THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

630.5
JO
V.72

[redacted]
LIBRARY

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. Schermer, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. E. Blanck, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. J. Schmidt, Professor, Direktor des Tierzuchtinstituts

Dr. W. Seedorf, Professor, Direktor des Instituts für landw. Betriebslehre

Dr. O. Tornau, Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes

Dr. F. Lehmann, Geh. Reg.-Rat, Professor Direktor der landwirtschaftl. Versuchsstation

Dr. Rippel, Professor, Direktor des landw.-bakt. Instituts

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor
zu Göttingen.

72. Band.

Mit 1 Textabbildung.

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11

1924.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY

30.3
O
.78

Inhalt.

Seite

Aus dem Institut für Acker- u. Pflanzenbau der Universität Göttingen.

Schade, Dr. phil. **Max**, Variabilitäts- und Korrelationsstudien an Wiesenlieschgras. Ein Beitrag zur Gräserzüchtung 1

Kläsener, Dr. **Otto**, Wurzelentwicklung verschiedener Kartoffelsorten nach den Verhältnissen des Göttinger Versuchsfeldes 65

Kreysing, Dr. **Max**, Beiträge zur Keimungsphysiologie des Wiesenschwingels 237

Schaefer, Dr. phil. **Ernst**, Studien über einige Staudeneigenschaften der Kartoffelpflanze. Teil einer Göttinger Dissertation: Studien zur Morphologie der Kartoffelpflanze. (Mit einer Textabbildung.) . . 163

Veränderungen der Brandanfälligkeit durch äußere Bedingungen. Auszug aus der gleichbetitelten Dissertation von Dr. **W. Gibs** . . . 111

Aus dem Agrikulturchemischen und Bodenkundlichen Institut der Universität Göttingen.

Scheffer, Dr. **F.**, Über die Art der Umwandlung des Ätzkalkes im Boden und ihre Ursachen 201

Blanck, **E.**, und **Alten**, **F.**, Ein Beitrag zur Frage nach der Einwirkung des Titans auf die Pflanzenproduktion 103

— —, Versuche mit Jauchedrill bei Hafer und über den aufschließenden Einfluß der Jauche auf die Mineralbestandteile des Bodens 129

— —, Ein Vegetationsversuch mit „Asahi Promoloid“ 139

— —, Zur Wirkung des Zeotokols (Doleritmehls) auf die Pflanzenproduktion 145

— —, Ein Beitrag zur Frage nach der Vorbehandlung der Böden mit Ammoniak für die Atterbergsche Schlämmanalyse 153

Rippel, August, Versuche aus dem Nachlaß von Alfred Koch. Als Beitrag zur Kenntnis der Stickstoffwirkung des Ackerbodens 17

Bücherbesprechungen.

Aereboe, Geh. Reg. Rat Prof. Dr. **Friedrich**, Betriebswirtschaftliche Vorträge aus dem Gebiet der Landwirtschaft 59

Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge, Band I, Heft 2 57

Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge, Band I, Heft 3 und 4 , 64

Boas, a. o. Prof. Dr. **F.** und **Merkenschlager**, Dr. **F.**, Die Lupine als Objekt der Pflanzenforschung 59

Bornemann, Prof. Dr. **F.**, Kohlensäure und Pflanzenwachstum . . . 125

587739

Seite

Die Preisbildung in der Landwirtschaft in den Wirtschaftsjahren 1920/21 bis 1922/23. Veröffentl. d. D. Landwirtschaftsrates . . 56
Die Krisis in der Landwirtschaft und Mittel zu ihrer Behebung . . 200
Die Krisis in der Landwirtschaft und Mittel zu ihrer Behebung . . 280
Eickstedt, Claus von, Wiederaufbau und wirtschaftliches Prinzip . 53
Evers, Dr. **Karl Heinrich**, Die Organisation der Pflanzenzucht und des Saatbaus 63
Feilitzen, Hjalmar, Berättelse över en Studieresen till England Sommeren 1923 62
Freybe, Prof. Dr. **O.**, Der chemische Unterricht an landwirtschaftlichen Schulen. II. Teil. Die Chemie der Futtermittel, mit Anhang 53
Fruwirth, C., Die Züchtung kolonialer Gewächse 59
Fruwirth, Prof. **C.**, Die Züchtung von Mais, Futterrübe und anderen Rüben, Ölpflanzen und Gräsern 127
Fruwirth, Dr. **C.**, und Dr. **Th. Römer**, Einführung in die landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung 197
Gatermann, W., Pferdehochzuchten 199
Grimmer, Dr. **W.**, Milchwirtschaftliche Forschungen 60
Hansen, Prof. Dr. **J.**, Anleitung für den Betrieb von Rindviehkontrollvereinen 62
Heinrich, Prof. Dr. **M.**, Dünger und Düngen. Anleitung zur praktischen Verwendung von Stall- und Kunstdünger. 8. Auflage bearbeitet von Dr. **Otto Nolte** 58
Herzog, A., Die Elektrotechnik des Landwirts 125
Herrmann, Die Tabellen zum Bestimmen der wichtigsten Holzgewächse 200
Honcamp, Dr. **F.**, und **Nolte**, Dr. **O.**, Wissenschaftliche Forschungsberichte Bd. X., Agrikulturchemie 61
Höstermann, Dr. **Gustav**, und **Noack**, Dr. **Martin**, Lehrbuch der pilzparasitären Pflanzenkrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten gärtnerischer Kulturgewächse 54
Huber, Karl, Landmanns Hausgarten, Praktischer Wegweiser im Kleingartenbau 279
Kestner, Prof. Dr. **Otto**, und **Knipping**, Dr. **H. W.**, Die Ernährung des Menschen 199
Kinzel, Prof. Dr. **W.**, und **Küchler, L. F.**, Die Bedeutung der zeitgemäßen Silofutterbereitung im landwirtschaftlichen Betriebe . . 198
Klimmer, Prof. Dr. **Martin**, Gesundheitspflege der landw. Nutztiere 126
Klimmer, Dr. **Martin**, Fütterungslehre der landwirtschaftlichen Nutztiere 197
Körbing, Johannes, Bodenkalkung und Kartoffelschorf 198
Leidner, R., Der praktische Getreidezuchtbetrieb 279
Mach, Prof. Dr. **F.**, Jahresbericht für Agrikulturchemie 63
Mammen, Prof. Dr. **F.** von, Forstwirtschaft 280
Mayer, A., u. **Ehrenberg, P.**, Die Düngerlehre in sechzehn Vorlesungen 128
Mitscherlich, Dr. **Eilh. Alfred**, Bodenkunde für Land- u. Forstwirte 56
Molitor, Prof. **Erich**, Landwirtschaftsrecht 126

Seite
Nolte, Dr. **O.**, Der Stallmist und seine Verwendung 62
Prjanischnikow, D. N., Die Düngerlehre. Aus dem Russischen übersetzt von Prof. Dr. **M. Wrangel** 54
Ratgeber zur Sortenwahl. Heft 325 d. Arbeiten der D. L.-G. . . . 56
Ritter, Dr. **K.**, Landwirtschaft, Gartenbau und Weinbau, Fischerei . 280
Rohde, H., Preußisches Grundvermögensteuergesetz 55
Rumpf, Dr. **Max**, Die deutsche Saatzucht in wirtschaftsrechtlicher Beleuchtung 56
Rümker, K. v., Die Leistung in- und ausländischer Getreidezüchter im Lichte der Sortenprüfungen in Deutschland 63
Sänger, Geheimer Oberregierungsrat Dr., Zeitschrift des preußischen statistischen Landesamts. 62. Jahrg., 1922, 1. u. 2. Abtlg. . . . 53
Sänger, Geh. Ober-Reg.-Rat Dr., Zeitschrift des preußischen statistischen Landesamts. 63. Jahrg., 1923, Abtlg. 1—4 61
Thaer, Dr. **A.**, u. Dr. **Appel**, Die landwirtschaftlichen Unkräuter . 64
Theron, C. C., Influence of reaction on Inter-Belations between the plant and its culture medium 62
Tschajanow, Professor **Alexander**, Die Sozialagronomie, ihre Grundgedanken und Arbeitsmethoden 196
1. Untersuchungen betreffend die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft im Erntejahre 1922/23. — 2. Mitteilungen des schweizerischen Bauernsekretariats Nr. 74. — 3. und Nr. 75 . . 198
Wächter, Dr. **W.**, Europäische Nutzpflanzen 57
Walther, Karl, Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte . . 60
Wahnschaffe, Prof. Dr. **Felix**, u. Prof. Dr. **Fr. Schucht**, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung 199
Wittmack, Prof. Dr. phil., Botanik der kulturtechnisch und landwirtschaftlich wichtigen Pflanzen 279
Zaječek, Professor **J. F.**, Der Landwirt als Kulturingenieur . . . 57

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY

Aus dem Institut für Pflanzenbau der Universität Göttingen.

Variabilitäts- und Korrelationsstudien an Wiesenlieschgras.

Ein Beitrag zur Gräserzüchtung.

Von

Dr. phil. MAX SCHADE-Landsberg a. d. Warthe.

(Auszug aus der gleichbetitelten Inauguraldissertation, Göttingen 1924.)

I. Allgemeines.

In dem knappen Rahmen, der diesem Auszuge zur Verfügung steht, ist es nicht möglich, auf die Bedeutung heimischen Grassamenbaues und heimischer Gräserzüchtung näher einzugehen. Es ist aber schon seit Jahren genügend und mit viel Nachdruck auf die Ertragssteigerung durch Anbau deutscher Gräserherkünfte und deren größere Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten hingewiesen worden. Die letzten Jahre haben in dieser Richtung auch schon Fortschritte gebracht. Die Aussichten, die uns eine intensive Züchtung bietet, sind groß, zumal die Gräser noch nicht in „reine Linien" aufgeteilt sind und noch der Formenreichtum der Naturrassen vorhanden ist. Für eine intensive Züchtung bedarf es aber vor allem einer Erweiterung unserer Kenntnisse über die Variabilitäts- und Erblichkeitsverhältnisse der einzelnen Eigenschaften bei Gräsern, da erst deren restlose Klarstellung und Nutzbarmachung für die Züchtung schnelle Erfolge gewährleisten dürften. Unter Würdigung dieser Tatsachen soll meine Arbeit sich mit den Variabilitäts- und Korrelationsverhältnissen von Wiesenlieschgras befassen.

Die Untersuchungen wurden vorgenommen an: Phleum

pratense L. var. typicum Beck subvar. fallax C. J. von KLINGGR. (Hegi, Flora von Mitteleuropa Bd. I, S. 211.)

Phleum pratense L. bildet einen ziemlich dichten Horst; Ausläufer fehlen beim Göttinger Lieschgras. Erwähnt sei, daß in Amerika für Weidezwecke „ein an Ausläufern reicher (stolonentragender) Habitus" gezüchtet wird (v. RÜMKER und v. TSCHERMAK, Landw. Jahrbücher Bd. 39, Ergbd. 6, S. 70 f.). Der Erdstamm (nach STRECKER, Bestimmen und Erkennen der Wiesengräser S. 28) ist zwiebelförmig verdickt, angeschwollen und dient als Nährstoffbehälter der jungen Triebe, die sich im nächsten Frühjahr zu Halmen entwickeln. Die sich sowohl intra- wie extravaginal entwickelnden Seitentriebe bringen im selben Jahre nur selten Halme hervor. Die Farbe der Blattspreiten ist ein für Lieschgras typisches Hellgrün. Die Blattspreiten sind bis über 30 cm lang und bis über 10 mm breit, und fühlen sich beim Durchziehen zwischen den Fingern vom Blattgrunde nach der Spitze zu rauh an. Die Ligula ist an den oberen Blättern meist etwas länger und zugespitzter als an den unteren. Die Ährenrispe besitzt meist gleichmäßige walzenförmige Gestalt, jedoch schwankende Länge von 4,5—30 cm. Auf kurzen Stielchen sitzen einblütige Ährchen mit länglichen, gestutzten, grünweißlichen Hüllspelzen mit meist rötlicher Kiellinie, bewimpertem Kiel und einer Granne, die halb so lang ist wie die Hüllspelze. Die Farbe der Staubbeutel schwankt vom Weiß bis zum Violett. Die Narbe ist zweiteilig gefiedert. In der Blütezeit spreizen die Blütenstände etwas von der Spindel ab. Lieschgras ist ein ausgeprägter Fremdbefruchter, kann jedoch nach FRANDSEN (Zeitschr. für Pflanzenzüchtung Bd. 5, 1917, S. 29) innerhalb des Individuums genügend Befruchtung zur Vermehrung für Züchtungszwecke geben. Die Samen sind kleine, kurze, feste Körner von 2—2,5 mm Länge und 0,75 mm Breite und Dicke, die sich leicht aus den Hüllspelzen lösen. Die Reifezeit liegt Ende Juli bis Anfang August und wird kenntlich an dem Rötlichfärben und Losewerden der oberen Fruchtährchen. Die Halmlänge schwankt bis 1,5 m. Über das Wurzelsystem habe ich keine Beobachtungen angestellt.

Als Kulturgras ist es besonders in Nordamerika, Schweden und Deutschland verbreitet. Nach WITTE (Sveriges Utsades Forenings Tidskrift 1915, S. 222) macht es in Schweden beinahe die Hälfte von sämtlichen ausgesäten Klee- und Grassamen aus.

An Zuchtstätten sind zu nennen in Deutschland:
Weihenstephan, Grünhof, Randowbruch, Neu-Hammerstein;
in Schweden: Svalöf, Ultuna, Lulea;
in Dänemark: Lyngby, Tystoffte;
in Finnland: Agrik.-oekon. Versuchsanstalt zu Dickursby;
in Amerika: Cornell University in Ithaka, Experimental Station in Minnesota, Arlington Farm des Departement of Agriculture bei Washington, St. Anthonypark.

II. Die Untersuchungen.

Die Begriffe Variation, Modifikation, Variabilität, reine Linie usw. sind heute dem, der sich mit Pflanzenzüchtung und exakt wissenschaftlicher Arbeit auf dem Gebiete der Erblichkeitsforschung beschäftigt, bekannt und geläufig. Wenn der Pflanzenzüchter oder Erblichkeitsforscher sich mit Variabilitäts- oder Korrelationsstudien befaßt, so muß er sich klar sein, daß seine Arbeit am meisten von Erfolg begleitet sein und zuverlässige Ergebnisse liefern wird, wenn seine Untersuchungen an „reinen Linien" vorgenommen wurden. „Reine Linien" lassen sich aber nicht überall leicht erhalten, am schwersten oder wohl überhaupt nicht dort, wo wir es mit strengen Fremdbefruchtern zu tun haben. Strenge (homozygote) Selbstbefruchter führen am schnellsten zu „reinen Linien". Ähnliche Verhältnisse zeigen bis zu einem bestimmten Grade Stockteilungen eines Individuums, von Johannsen mit „Klonen" bezeichnet. Reine Linien sind stets erblich rein, die Individuen eines Klones untereinander gleich veranlagt, während die Populationen, Nachkommenschaften, Stämme, Provenienzen, Sorten diese einheitliche Erbveranlagung nicht aufweisen, sondern heterozygot und in sich verschieden veranlagt sind.

Die Variabilität, d. h. das Abweichen der Nachkommen von den Eltern, sowohl als Ganzes wie in ihren einzelnen Eigenschaften betrachtet, kann auf dreierlei Weise begründet sein: 1. in der verschiedenen Wirkung der äußeren Einflüsse (Modifikationen), 2. in der verschiedenen Erbveranlagung (Variationen, nach Baur Kombinationen), und 3. in dem Auftreten von Mutationen (De Vries) oder spontanen Variationen (Baur). „Die scharfe Scheidung zwischen Variationen und Modifikationen ist aber nur bei reinen Linien von Selbstbefruchtern möglich, während bei

Fremdbefruchtern stets beide vereinigt auftreten und praktisch nicht zu trennen sind." (TORNAU, Einige Mitteilungen über Variabilitätsverhältnisse in einem konstanten Weizenstamm. Journal f. Landwirtschaft 1919, S. 111f.) Untersuchungen an Einzelindividuen, selbst innerhalb reiner Linien führen ebenso zu Trugschlüssen, da sie weitgehend Modifikationen anzeigen. Aus diesen Gründen wurden die Untersuchungen in weitem Maße, wie ich später zeigen werde, an Klonen durchgeführt; jedenfalls ist den so gewonnenen Ergebnissen der größte Wert beizumessen.

Als Maß für die Variabilität, also die Variationsbreite innerhalb einer Pflanzengruppe, pflegt man in der Variationsstatistik allgemein die Standart-Abweichung (σ) zu benutzen. Die Berechnung lediglich des Mittelwertes (M) (arithmetisches Mittel) einer Pflanzengruppe läßt noch keinerlei Schlüsse zum Vergleich der einzelnen Linien zu. Um dafür ein Maß zu haben, wurde der Variationskoeffizient (v) festgestellt. Die Berechnung des Variationskoeffizienten ist noch insofern von größtem Wert, als die reinen Linien und Klone nach der Erbveranlagung in bezug auf jede Eigenschaft sehr verschieden in ihrer Reaktionsfähigkeit sind, und man immer der reinen Linie bezw. Klone den Vorzug geben wird, die den kleinsten Variationskoeffizienten aufweist. Außerdem weist der Variationskoeffizient bei Vergleich vieler Eigenschaften auf die Rangordnung dieser bei Beurteilung der Klone und reinen Linien hin. Für die Zuverlässigkeit der Mittelwerte wurde der mittlere Fehler (m) berechnet. Die Variationsgrößen, Standardabweichung, Variationskoeffizient, mittlerer Fehler des Mittels wurden nach den in der Pflanzenzüchtung gebräuchlichen und heute als zuverlässig erkannten Formeln berechnet:

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n} - b^2}; \quad v = \frac{\sigma \times 100}{M}; \quad m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

„Unter Korrelation haben wir eine gegensinnige (negative) oder gleichsinnige (positive) Beeinflussung einer Eigenschaft mit dem Steigen oder Abnehmen einer anderen Eigenschaft zu verstehen." (OETKEN, Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 3, S. 267.) Die Bedeutung der Korrelationen liegt vor allem darin, den Züchter über den Weg der Züchtung, über die Schwierigkeiten dieses Weges und über das zunächst erreichbare Ziel seiner Züchtung zu unterrichten. Die Ursachen für das Auftreten von Wechsel-

beziehungen können recht verschiedener Art sein: 1. bezeichnen wir als Korrelation die Erscheinung der Symplasie (Kraus) die in Wirklichkeit nur ein Ausdruck gleicher, nicht innerer, sondern äußerer Ursachen ist; 2. können die Korrelationen lediglich statistische und formale Beziehungen ausdrücken, wie z. B. „die enge Beziehung zwischen Trockensubstanz und Zuckergehalt" bei Zuckerrüben (Römer, Blätter für Zuckerrübenbau 1917, S. 98); 3. stellen die Korrelationen nur Kompensationen dar und 4. werden auch „echte Korrelationen" gefunden, die auf inneren Ursachen beruhen, und deren Kriterium die Erblichkeit ist.

Die Korrelationen oder Wechselbeziehungen werden heute allgemein mittels der Bravaisschen Formel errechnet, die ich auch in meiner Arbeit angewandt habe. Bei Einteilung der Varianten in Klassen gilt folgende Formel:

$$r = \frac{\frac{\Sigma a\, x \,.\, \alpha y}{n} - \beta x \,.\, \beta y.}{sx \,.\, sy}$$

Der mittlere Fehler von r ist: $m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$.

Die Ergebnisse meiner Arbeit wurden gewonnen aus Untersuchungen an Lieschgraszuchten des Göttinger Versuchsfeldes, und zwar einmal an erblich verschiedenem Material aus den Jahren 1920, 1921, 1922 und 1923. 1920 wurden aus Klonen des Jahres 1919 von sechs ausgewählten Mutterpflanzen die Samen auf Keimtellern ausgesät, pikiert und ins freie Feld gepflanzt. 1921 wurden nach einer nach Ernte- und Vegetationsergebnissen vorgenommenen Auslese die ersten Nachkommenschaften gezogen, 1922 in gleicher Weise die zweiten Nachkommenschaften. Im März 1923 wurden die zweiten Nachkommenschaften ausgerodet, nachdem 50 Horste ausgewählt, zu Stecklingspflanzen zerteilt und als (erblich gleichveranlagte), Klone besonders für meine Untersuchungen ausgepflanzt worden waren. Auf dem Göttinger Versuchsfelde sind also noch vorhanden: die alte Zucht von 1920 (Zucht 1920 genannt), die ersten Nachkommenschaften davon (Zucht 1921 genannt) und die Stecklingspflanzen des Jahres 1923. Eine direkte Verwandtschaft der Stecklinge mit den Pflanzen von 1921 ist nicht vorhanden. Die Nachkommenschaften von 1921 und 1922 sind nur stammweise, nicht pflanzenweise ver-

wandt. Die Stecklinge wurden im Mistbeet vorbehandelt und in sechs Wiederholungen ins Freie gepflanzt, und zwar die ersten drei in einem Abstande von 25×40 cm (je Wiederholung 5 Pflanzen), die weiteren drei Wiederholungen in einem Abstande von 10×20 cm (je Wiederholung 6 Pflanzen).

Die Beobachtungen führte ich in derselben Weise durch, wie dies bisher bei Gräsern am Göttinger Versuchsfelde durchgeführt wurde, und wie dies FISCHER in seiner Dissertation, Göttingen 1923, S. 66 dargelegt hat (im Auszuge erschienen im Journal für Landwirtschaft, Sonderdruck 1923: Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel). Im folgendem Schema sind die Beobachtungen kurz zusammengefaßt:

1. Frühjahrsentwicklung: 1 sehr gut — 5 sehr schlecht;
2. Triebdichte: 1 dicht, 2 locker, 3 hohl;
3. Zeit des Schossens: Zahl der Tage nach der erst geschoßten Pflanze jeweils für die betreffende Zucht;
4. Zeit der Blüte: wie unter 3. nach der erst erblühten Pflanze;
5. Wuchsform: 1 ausgebreitet, geplattet, 2 mittel, 3 steil, aufrecht;
6. Blattfarbe: 1 hellgrün — 5 dunkelgrün;
7. Rostbefall: 0 gar nicht — 5 vollkommen befallen;
8. Trockenertrag: in g gewogen;
9. Relative Halmzahl: $\frac{\text{Halmzahl} \times 100}{\text{Trockenertrag}}$;
10. Halmgrobheit: $\frac{\text{Trockenertrag} - (\text{Blatt-} + \text{Korn-} + \text{Spelzgew.})}{\text{Halmzahl} \times \text{mittlere Halmlänge}}$;
11. Kornanteil: $\frac{\text{Korngewicht}}{\text{Trockenertrag}}$;
12. Blattanteil: $\frac{\text{Blattrockengewicht}}{\text{Trockenertrag}}$;
13. Blattbreite: in Millimeter gemessen;
14. Blattriebe: gezählt;
15. { Nachwuchs geschätzt: 1 sehr gut — 5 sehr schlecht;
    { Zweiter-Schnitt-Frischertrag: in g gewogen;
16. Halme im Nachwuchs: gezählt.

Die Eigenschaften: Blattrockengewicht, Korngewicht, Spelzengewicht, Halmzahl, Halmlänge, die zur Berechnung von Kornanteil, Blattanteil, Halmgrobheit und relativer Halmzahl nötig sind, wurden in Gramm gewogen bezw. gezählt und in Zentimetern gemessen.

Ich bin mir bewußt, daß die aufgeführten Eigenschaften nicht sämtliche sind, die hätten betrachtet werden können, aber ich glaube doch, daß es die wesentlichsten sind, die zunächst erforscht werden mußten, um auf diesen Ergebnissen weiterzubauen. Eine Untersuchung weiterer Merkmale war bei dem umfangreichen Material auch kaum möglich. Ferner durfte ich mich auf die Ergebnisse der Arbeit Fischers (Diss. 1923) stützen, der noch eine Reihe weiterer Merkmale bei Wiesenschwingel untersucht hat, dabei aber in keiner Weise irgendwelche Ergebnisse erzielte.

Die zahlenmäßigen Ergebnisse meiner Untersuchungen sind in Tabellen niedergelegt, deren Umfang es verbietet, sie hier sämtlich abzudrucken. Ich habe darin je für die Zucht in ihrer Gesamtheit berechnet: M, den Mittelwert (arithmetisches Mittel), m, den mittleren Fehler des Mittels; σ, die Standardabweichung und v, den Variationskoeffizienten. Die großen Unterschiede, die zwischen den einzelnen Zuchten teilweise bestehen, veranlaßten mich, die Untersuchungen an den Stämmen der Stecklinge durchzuführen, jedoch jetzt nur für einige wichtige Eigenschaften (Trockenertrag, Blattanteil, Halmgrobheit, relative Halmzahl, Kornanteil, Zweiter-Schnitt-Frischertrag, Zeit des Schossens, Rostbefall). Da sich auch hier wieder große Schwankungen ergaben, die ich ebenso für den Trockenertrag der Zucht 1921 bestätigt fand, so errechnete ich

Tabelle I.

Durchschnittszahlen je Pflanze, errechnet an den Stecklingen je Stamm.

Bez.	Anzahl Klone	Trockenertrag	Blattanteil	Halmgrobheit	rel. Halmzahl	Kornanteil	Zeit der Blüte	Rostbefall	Zweiter-Schnitt-Frischertrag
Stamm 1/40— .	9	6,14	22,51	1,43	53,45	8,72	6,25	0,67	11,29
„ 2/50— .	10	7,35	21,79	1,33	54,97	7,43	5,56	0,87	12,35
„ 3/14 - .	7	5,71	22,51	1,30	56,72	8,67	5,99	0,64	10,09
„ 4/18— .	8	7,76	21,88	1,55	51,11	8,15	6,42	0,50	12,01
„ 5/14— .	8	8,29	22,60	1,19	65,00	6,28	5,56	0,06	12,53
„ 6/36— .	8	8,65	21,08	1,52	56,21	5,09	4,98	0,75	10,17
Dschn. d. Stämme		7,32	22,06	1,39	36,24	7,39	5,79	0,58	11,41

die Variationsgrößen noch für dieselben Eigenschaften für sämtliche Klone eines Stammes der Stecklinge, die ein erblich einheitliches Material darstellen (Tab. V S. 9 u. 10). In Tabelle I (S. 7) sind die Mittelwerte für verschiedene Eigenschaften der 6 Stämme der Stecklinge zusammengefaßt. Es zeigt sich dabei, daß Stamm 5/14 vor den anderen den Vorzug verdient. Er steht mit Ausnahme des Kornanteils in sämtlichen Eigenschaften über dem Durchschnitt der Stämme und wurde aus diesem Grunde zu weiteren Untersuchungen gewählt. Hierbei interessierte mich vor allem auch, festzustellen, ob die Güte des Stammes 5/14 sich gleichmäßig auf alle Klone dieses Stammes verteilt, oder ob einige Klone durch besonders hohes Ausmaß die Güte des Stammes ausmachen.

Weiter habe ich den Versuch gemacht, festzustellen, ob sich die Eigenschaften der Zucht 1920 in den Jahren 1922 und 1923 treu bleiben, d. h. in den beiden Jahren sich in demselben Ausmaße an den Pflanzen auswirken. Die Berechnung läßt sich leicht mit der BRAVAISschen Formel ausführen. Für die Züchtung ist es bei ausdauernden Pflanzen, mit welchen wir es in der Futterpflanzenzüchtung zu tun haben, nicht nur von Interesse, sondern von hoher Bedeutung, Kenntnis über die Treue der einzelnen Eigenschaften zu haben, denn nur die Eigenschaften, die sich Jahr für Jahr an den Pflanzen in demselben Ausmaße auswirken, verdienen weitgehendste Berücksichtigung.

Schließlich sind die Korrelationskoeffizienten verschiedener Eigenschaften berechnet. Die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Eigenschaften wurden von mir untersucht an den Stecklingen von 1923, und zwar getrennt bei weitem und bei engem Stande, an den Zuchten von 1920 und 1921 von den Vegetations- und Ernteergebnissen der Jahre 1922 und 1923. Bei sämtlichen Zuchten führte ich zunächst eine Voruntersuchung nach ORPHAL durch. Die Ergebnisse der Voruntersuchung wurden jedoch nur für die älteren Zuchten verwertet, indem ich hiernach eine Auswahl traf für die näher zu untersuchenden Eigenschaften nach der BRAVAISschen Formel. An den Stecklingspflanzen führte ich die genauen Untersuchungen für sämtliche Eigenschaften durch.

Allgemein ist zu den Ergebnissen zu sagen, daß sich bei den Stecklingspflanzen für die verschiedene Standweite nur zweimal entgegengesetzte Resultate ergaben. Die Ergebnisse aller

Tabelle V, 1.

Variationsgrößen errechnet an den Klonen des Stammes 5/14 nach vorheriger Ermittlung von Mittelwerten innerhalb der Wiederholungen.

	Weiter Stand				Enger Stand			
	M	m	σ	v	M	m	σ	v
Trockenertrag								
Durchschnitt des Stammes	11,01	0,93	2,62	23,80	5,59	0,41	1,17	20,93
Klon 36	7,00	1,00	1,74	24,86	3,45	0,25	0,44	12,75
„ 37	12,03	1,54	2,68	22,22	7,33	0,98	1,69	23,02
„ 38	8,18	0,45	0,78	9,53	4,87	0,66	1,14	23,40
„ 39	11,42	1,16	2,01	17,56	6,19	0,57	0,99	15,99
„ 40	12,47	1,82	3,15	25,28	5,21	0,75	1,29	24,76
„ 41	12,29	1,79	3,11	25,30	5,11	0,84	1,45	28,38
„ 42	8,97	0,95	1,74	19,21	5,34	0,71	1,22	22,92
„ 43	15,68	3,31	5,74	36,60	6,95	0,90	1,56	22,42
Blattanteil								
Durchschnitt des Stammes	25,96	1,88	5,31	20,45	19,23	1,58	4,47	23,22
Klon 36	30,73	3,12	5,41	17,60	19,24	3,39	5,86	30,44
„ 37	36,65	2,32	4,02	10,98	25,33	2,36	4,09	16,14
„ 38	24,06	1,39	2,40	9,97	11,86	1.02	1,78	14,98
„ 39	21,65	3,65	6,32	29,12	14,76	1.29	2,23	22,31
„ 40	22,28	1,09	1,89	8,47	19,61	1,55	2,69	13,71
„ 41	19,12	2,53	3,08	22,90	17,07	1,51	2,62	15,32
„ 42	27,26	0,56	0,96	3,53	17,99	3,57	6,19	34.40
„ 43	29,47	2,84	4,93	16,69	25,31	0,85	1,47	5,82
Halmgrobheit								
Durchschnitt des Stammes	1,12	0,05	0,14	12,72	1,27	0,05	0,12	11,12
Klon 36	0,92	0,06	0,11	11,61	0,98	0,04	0,07	7,49
„ 37	1,10	0,05	0,09	7,71	1,41	0,02	0,03	2,24
„ 38	1,36	0,05	0,09	6,57	1,59	0,19	0,32	20,18
„ 39	1,36	0,24	0,41	30,10	1,19	0,02	0,04	3,57
„ 40	1,12	0,03	0,06	4,97	1,32	0,06	0,11	8,43
„ 41	1,22	0,09	0,16	11,77	1,60	0,07	0,11	7,16
„ 42	0,92	0,06	0,11	11,42	1,39	0,14	0,24	17,28
„ 43	1,04	0,06	0,11	10,49	1,27	0,05	0,09	6,83
rel. Halmzahl								
Durchschnitt des Stammes	66,15	3,83	10,81	16.35	63,84	4,26	12,05	19.90
Klon 36	83,30	5,88	10,18	12,23	91,27	4,29	7,43	8,14
„ 37	56,53	2,12	3,67	6,47	52,53	1,08	1,88	3,58
„ 38	54,73	2,73	4,73	8,63	56,20	7,74	13,40	23,82
„ 39	59,70	7,80	13,50	22,61	71,67	0,65	1,12	1,56
„ 40	60,80	2,70	4,67	7,68	60,60	3,42	5,94	9,79
„ 41	60,87	2,76	4,78	7,86	52,27	2,15	3,72	7,13
„ 42	81,10	2,75	4,76	5,87	63,93	7,62	13,21	20,68
„ 43	69,77	4,16	7,19	10,29	63,40	2,69	4,53	7,16

Tabelle V, 2.

	Weiter Stand				Enger Stand			
	M	m	σ	v	M	m	σ	v
Kornanteil:								
Durchschnitt des Stammes	6,28	0,28	0,79	12,60	—	—	—	—
Klon 36	4,84	0,83	1,44	29,80	—	—	—	—
„ 37	5,32	0,78	1,36	25,48	—	—	—	—
„ 38	5,93	1,09	1,88	31,69	—	—	—	—
„ 39	7,48	0,82	1,41	18,85	—	—	—	—
„ 40	6,43	0,79	1,37	21,28	—	—	—	—
„ 41	7,72	1,15	1,98	25,84	—	—	—	—
„ 42	7,42	1,24	2,15	28,98	—	—	—	—
„ 43	6,12	0,79	1,37	22,35	—	—	—	—
Zweiter Schnitt: Frischertrag:								
Durchschnitt des Stammes	12,58	0,97	2,74	21,9	12,46	0,89	2,52	20,25
Klon 36	13,37	1,27	2,20	16,58	10,92	0,24	0,41	3,78
„ 37	11,33	0,95	1,65	14.50	14,69	0,84	1,45	9.92
„ 38	8,97	0,38	0,66	7,29	9,86	0,90	1,56	15,61
„ 39	13,33	0,77	1,34	10,03	13,18	0,51	0,88	6,65
„ 40	17,57	0,55	0,95	5,42	14,27	3,46	6,00	42,10
„ 41	12,33	1,79	3,11	25,22	9,11	1,26	2,19	23,00
„ 42	8,9	0,85	1,48	16,62	9,95	1,56	2,70	27,14
„ 43	14,9	1,10	1,92	11,39	16,44	1,45	2,53	15,25
Zeit des Schossens:								
Durchschnitt des Stammes	17,38	1,23	3,48	20,02	15,28	4,64	1,31	8,60
Klon 36	20,63	2,69	4,66	22,60	16,61	0,05	0,08	0,51
„ 37	21,80	1,56	2,70	12,36	16,33	0,08	0,14	0,83
„ 38	16,80	0,98	1,70	10,10	15,46	0,69	1,20	7,78
„ 39	19,70	1,03	1,78	9,02	16,22	0,71	1,23	7,56
„ 40	14,00	1,23	2,14	15,26	14,00	0,56	0,98	6,99
„ 41	17,53	1,32	2,30	13,07	14,72	0,37	0,64	4,36
„ 42	18,02	0.75	1,31	7,24	16,28	0,60	1,03	6,36
„ 43	10,33	1,10	1,90	18,36	12,61	0,41	0,70	5,57
Rostbefall:								
Durchschnitt des Stammes	0,0	—	—	—	0,125	0,06	0,16	129,0
Klon 36	0,0	—	—	—	0,33	0.27	0,47	141,5
„ 37	0,0	—	—	—	0,0	—	—	—
„ 38	0,0	—	—	—	0,0	—	—	—
„ 39	0,0	—	—	—	0,0	—	—	—
„ 40	0,0	—	—	—	0,33	0,27	0,47	141,5
„ 41	0,0	—	—	—	0,0	—	—	—
„ 42	0,0	—	—	—	0,0	—	—	—
„ 43	0,0	—	—	—	0,33	0,27	0,47	141,5

übrigen Zuchten liefen, soweit die Berechnungen durchgeführt wurden, in den weitaus meisten Fällen parallel. Wenn die Korrelationen sehr oft bedeutend schwächer angezeigt sind als bei den Stecklingen, so ist dies einmal in dem wenig einheitlichen Material, zum anderen in dem größeren Alter begründet, das sicher ein deutliches Hervortreten der Korrelationen beeinträchtigt.

Es ist in diesem kurzen Rahmen leider nicht möglich, auf die einzelnen Eigenschaften in ihrer Auswirkung und Bedeutung für die Züchtung näher einzugehen. Ich muß mich vielmehr darauf beschränken und versuchen, zusammenfassend ein Urteil über die Ergebnisse der Arbeit, insbesondere für die Züchtung zu geben, denn letzten Endes muß ja das Ziel derartiger Untersuchungen sein, sie für die Gräserzüchtung nutzbar zu machen. Ich muß dabei unterscheiden zwischen den Hinweisen, die mir die Variationsgrößen, die Treue und Vererbung der Eigenschaften und die Korrelationen geben.

Was zunächst die Variabilität anbelangt, so ergaben sich bei meinem teils wenig erblich einheitlichem Material naturgemäß für die einzelnen Zuchten sehr oft verschiedene Werte. Durchschnittswerte aus den verschiedenen Zahlen zu bilden, hielt ich für verfehlt. Für die Züchtung möchte ich nur die Ergebnisse der Stecklinge als Fingerzeige in Betracht ziehen, die andererseits aber auch in hohem Maße durch die Werte der anderen Zuchten gestützt werden.

Die größte Variabilität zeigen danach: Trockenertrag, Zweiter-Schnitt-Frischertrag, Kornanteil, Blattanteil und relative Halmzahl. Daß Ertrag im ersten und zweiten Schnitt in der Züchtung die erste Stelle einnehmen müssen, bedarf keines Zusatzes mehr. In bezug auf das Variieren von Korn- und Blattanteil zeigt im Gegensatz zu den Beobachtungen Fischers an Wiesenschwingel (Diss. S. 104) der Kornanteil die größere Variationsbreite, allerdings sind die Unterschiede zum Blattanteil nicht bedeutend. Für den Züchter ist es schwierig, hier den richtigen Weg zu finden. Einmal muß sein Ziel unbedingt darauf gerichtet sein, Pflanzen mit hohem Blattanteil zu züchten, dann muß er aber auch versuchen, genügenden Lohn für seine Mühe und Arbeit herauszuschlagen, also einen erträglichen Kornanteil an seinen Pflanzen heranzuzüchten. Blattanteil muß im Zuchtziel vor Kornanteil stehen. Was Halmgrobheit und relative Halmzahl anbetrifft, so ist be-

sonders zu betonen, daß aus allen Ergebnissen, die sich in meiner Arbeit auf diese beiden Eigenscnaften beziehen, der Schluß zu ziehen ist, daß man nur eine dieser beiden Eigenschaften in das Zuchtziel aufzunehmen braucht. Geringe Halmgrobheit läßt auf viel Halme schließen und umgekehrt. Wenn zwischen Blattanteil und Halmgrobheit eine schwach angedeutete negative Korrelation vorhanden ist, so genügt diese nicht, als daß man geringe Halmgrobheit nicht noch als wichtiges Zuchtmoment in das Zuchtziel aufnehmen müßte. Die Korrelation sagt vielmehr nur, daß hoher Blattanteil und geringe Halmgrobheit sich in der Züchtung leicht vereinigen lassen werden. Die größte Variabilität unter allen Eigenschaften weist der Rostbefall auf. Auf ihn ist neben genannten Zuchtmomenten das Hauptaugenmerk zu richten. Wie meine Stecklinge zeigen, dürften sich nicht allzu schwer Stämme finden lassen, die große Rostwiderstandsfähigkeit besitzen. Stamm 5/14 zeigt bei weitem Stande überhaupt keinen, bei engem Stande unter den Stämmen der Stecklinge den geringsten Befall. Noch weitere Zuchtmomente in das Zuchtziel aufzunehmen, erschwert die Züchtung und kann erst dann geschehen, wenn man für diese Eigenschaften auf größere Erfolge zurückblicken kann. Etwas anderes wäre es, wenn man auf eine bestimmte Eigenschaft züchtet. So müßte bei Züchtung auf Mäh- bezw. Weidetyp, wie dies in Amerika geschieht, die Wuchsform in den Vordergrund gerückt werden. Die Blattriebe, die beträchtlich variieren, finden in dem Zuchtziel auf hohen Blattanteil Ausdruck, Halme im Nachwuchs in dem Zuchtziel auf geringe Halmgrobheit bezw. relative Halmzahl, da die Wechselbeziehung viel Halme — feine Halme vorhanden ist.

Die Variationsergebnisse der verschiedenen Klone des Stammes 5/14 weisen darauf hin, daß innerhalb eines Stammes zwischen den einzelnen Klonen recht beträchtliche Unterschiede bestehen können, und daß die Güte des Stammes 5/14 nicht auf ein ziemlich gleichmäßiges Ausmaß aller Klone zurückzuführen ist.

Für die Treue und Vererbung der Eigenschaften in ihrer Wirkung auf das Zuchtziel lassen sich aus meiner Arbeit kaum Schlüsse ziehen. Die wenigen Berechnungen über die Treue zeigen nur, daß sich genannte Züchtungseigenschaften im wesentlichen treu bleiben. Am weitgehendsten treu geblieben sind sich: Zeit des Schossens und relative Halmzahl. Treue weisen ferner

auf: Zeit der Blüte, Trockenertrag, Blattanteil und Kornanteil, während sich für Halmgrobheit, Wuchsform und Entwicklung im Frühjahr keine zeigt. Wenn wir bedenken, daß andere Forscher festgestellt haben, daß Wuchsform und Entwicklung im Frühjahr erbliche Eigenschaften sind, so nimmt es uns wunder, daß sie keine Treue zeigen. Ich möchte dies damit begründen, daß Wuchsform und Entwicklung im Frühjahr in der Beobachtung lediglich geschätzt werden, und daß diese Schätzungen vielen Zufälligkeiten unterworfen sind, und daher nicht allzu große Zuverlässigkeit beanspruchen dürfen.

Die Bedeutung der Korrelationen soll vor allen Dingen darin liegen, wie schon früher gezeigt wurde, den Züchter über den Weg der Züchtung, über die Schwierigkeiten dieses Weges und über das zunächst erreichbare Ziel seiner Züchtung zu unterrichten.

Unter Würdigung dieser Bedeutung der Korrelationen läßt sich für die ins Auge gefaßten Züchtungseigenschaften: Ertrag im ersten und zweiten Schnitt, Blattanteil, Kornanteil, geringe Halmgrobheit und Rostbefall folgendes feststellen: günstig zu beurteilen sind das gegensinnige Korrelieren von Halmgrobheit einerseits zu Korn- und Blattanteil andererseits, das gleichsinnige Korrelieren zu Rostbefall und das gegensinnige von Blattanteil zu Rostbefall, ungünstig das gleichsinnige Korrelieren von Trockenertrag zu Halmgrobheit, das gegensinnige zu Blatt- und Kornanteil, wie auch das gegensinnige Korrelieren von Blattanteil zu Kornanteil und Kornanteil zu Zweiten-Schnitt-Frischertrag. Oder anders ausgedrückt, und hiervon nochmals das Wichtigste herausgeschält: züchterisch günstig zu beurteilen ist die Möglichkeit leichter Vereinigung von feinen Halmen mit hohem Blattanteil und geringem Rostbefall, ungünstig das Zunehmen der Halmgrobheit und Abnehmen des Blattanteils bei steigendem Ertrage. In diesen Ergebnissen bestätigt sich fast voll und ganz das, was Fischer an Wiesenschwingel beobachtete (Diss. S. 105). Es ist daher nicht ganz unbegründet von mir, wenn ich annehme, daß diese Beziehungen nicht lediglich durch äußere Faktoren begründet sind, daß sich in ihnen vielmehr eine gewisse Regelmäßigkeit und Erblichkeit ausdrückt. Zwar sind die Ausmaße der Korrelationen meist recht klein und können in ihren ungünstigen Erscheinungen noch keine großen Befürchtungen für die Züchtung auslösen.

Im einzelnen möchte ich noch dazu feststellen, daß zwischen Trockenertrag und Kornanteil bei weitem Stande der Stecklinge eine deutliche negative Korrelation vorhanden ist, die überraschend groß ist. Wenn auch die Ergebnisse an den Stecklingen weitgehendst zuverlässig sind, so muß doch eine Nachprüfung im nächsten Jahre stattfinden, bevor man bestimmt von gegensinniger Korrelation sprechen kann.

In Züchterkreisen hat man verschiedentlich die Frage aufgeworfen, ob hoher Blatt- und Kornanteil vereinbar sind. Man hegt vielfach die Befürchtung, daß Kornanteil auf Kosten von Blattanteil wachse. Positive Zahlen für diese Tatsachen sind jedoch noch nicht erbracht. Bei meinen Stecklingen mit weitem Stande zeigt sich eine sehr schwach angedeutete gegensinnige Korrelation, während bei den anderen Zuchten eine Korrelation überhaupt nicht vorhanden ist. Ich machte für Lieschgras also dieselbe Feststellung wie FISCHER bei Wiesenschwingel (Diss. S. 98). Danach liegt bis heute noch kein begründeter Anlaß vor, unbedingt anzunehmen, daß Blatt- und Kornanteil in gegensinniger Korrelation stehen.

Die Frage, in welchem Maße die Standweite und günstige Bedingungen für Samenbau Einfluß auf diese Beziehung haben, läßt sich an meinem Material noch nicht feststellen.

Inwieweit die Außenfaktoren bei feldmäßigem Anbau anders wirken als im Zuchtgarten, wollte ich dadurch versuchen festzustellen, daß ich meine Stecklinge in verschiedener Standweite anpflanzte. Es zeigen sich für den engen „natürlicheren" Stand aber kaum andere Ergebnisse. Teils zeigen die Stecklinge bei anderem Stande in ihren Wechselbeziehungen größere, teils geringere Ausmaße, die keine besonderen Schlüsse zulassen. Weitere derartige Untersuchungen können erst Klärung bringen.

Jedem, der sich mit der Züchtung von Lieschgras befassen will, bleibt nicht die Mühe erspart, sich selbst eingehend mit den morphologischen und physiologischen Eigenschaften zu befassen, denn nur die größte Kenntnis dieser Verhältnisse ist die sicherste Gewähr für eine erfolgreiche Züchtung. Eine Trennung der Eigenschaften nach morphologischen und physiologischen Gesichtspunkten hat in meiner Arbeit nicht stattgefunden, da es sehr schwierig ist, diese streng durchzuführen.

Das Ziel vorliegender Arbeit konnte nicht sein, unantastbare Ergebnisse zu liefern. Dazu bedarf es eines langjährigen, eingehenden Studiums. Ihr Ziel ist vielmehr erreicht, wenn sich durch sie neue Anregungen für weitere Forschungen ergeben haben, wenn sich bestätigt hat, was andere Forscher vorher festgestellt zu haben glaubten, und wenn über die Schwierigkeiten in der Lieschgraszüchtung einige Klärung erreicht worden ist. In der Futterpflanzenzüchtung bringt uns nicht quantitative, sondern qualitative Arbeit, die sich mit jeder einzelnen Eigenschaft eingehend befaßt, vorwärts.

Versuche aus dem Nachlaß von Alfred Koch.

Als Beitrag zur Kenntnis der Stickstoffwirkung des Ackerbodens.

Bearbeitet von

AUGUST RIPPEL.

In dem Nachlaß von Alfred Koch fanden sich eine große Zahl noch nicht veröffentlichter sowie Fortführungen zum Teil veröffentlichter Versuche, von denen die wesentlichsten hier wiedergegeben seien. Der Referent bedauert, daß es Koch nicht mehr möglich war selbst über diese Versuche zu berichten. Er unterzog sich der Aufgabe gern, aber mit gewissen Bedenken insofern als sein Standpunkt sehr wesentlich von dem Kochs verschieden zu sein scheint, was den Wert der Schwarzbrache betrifft, von welchem Gesichtspunkt aus die mitzuteilenden Versuche vornehmlich zu betrachten sein werden. Ich kann keinerlei praktisch bedeutsame Stickstoffbindung während der Schwarzbrache erkennen und habe auch an anderer Stelle [1]) gezeigt, daß die auf dem Versuchsfelde des Institutes für landwirtschaftliche Bakteriologie der Universität Göttingen seit 20 Jahren laufenden Brachefeldversuche dies nunmehr mit aller Deutlichkeit zeigen und Stallmist- und selbst Kleefruchtfolge allmählich Übergewicht über die Brachefruchtfolge gewinnen, wie das vor einiger Zeit Pfeiffer [2]) für kleinere Parzellen in Breslau gezeigt hat.

[1]) A. Rippel, Vergleichende Feldversuche über die Wirkung von Brache, Stalldünger und Klee. Erscheint in den Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

[2]) Th. Pfeiffer, Einfluß der Brache bezw. der Stallmistdüngung auf die Ernteerträge und den Stickstoffhaushalt im Boden. Landw. Versuchs-Stationen 98, S. 187, 1921.

KOCHS Standpunkt scheint gegensätzlich gewesen zu sein; doch, glaube ich, war sein Standpunkt nicht sowohl der, daß er behaupten wollte, während der Schwarzbrache finde eine nennenswerte — praktisch bedeutsame — Stickstoffbindung statt, sondern vielmehr der, daß er glaubte: Wenn überhaupt irgendwo und irgendwie auf dem freien Felde praktisch verwertbare Maßnahmen zur Steigerung einer Stickstoffbindung durch frei lebende Bakterien möglich seien, so müsse man vor allem bei der Schwarzbrache danach suchen, die mit ihrem durch intensive Bodenbearbeitung erzielten günstigen physikalischen Zustand des Bodens die Kohlenstoffverbindungen des Bodens mobilisiere und so den frei lebenden stickstoffbindenden Bakterien das nötige Energiematerial zuführe. KOCH scheint mir also nicht sowohl mit der Tatsache als mit der Möglichkeit einer Stickstoffbindung während der Brache gerechnet zu haben.

Die hier mitzuteilenden Versuche stehen mit dieser Frage in engstem Zusammenhang. Das Problem der Schwarzbrache ist ja — wir beschränken uns hier jedoch auf die rein biologische Seite — eben nur ein Teilproblem der großen Frage des Stickstoffumsatzes und der fraglichen Regeneration des Stickstoffvorrates des Ackerbodens. Von diesem Gesichtspunkt aus schließen sich also die mitzuteilenden Versuche in Verbindung mit den Bracheversuchen zu einer gewissen Einheit zusammen, wie zum Schluß noch gezeigt werden wird. Es soll daher auch nicht auf alle Einzelheiten und Nebenfragen eingegangen, sondern versucht werden, diesen gemeinsamen Gesichtspunkt möglichst gut herauszuschälen. Auch ein weiteres Eingehen auf Literatur sei mir unter diesen Umständen erlassen.

1. Daueranbauversuche auf freiem Felde mit Weizen, Roggen, Wiese.

Weizen und Roggen: Die Versuche, welche die allmähliche Erschöpfung des Bodens an Stickstoff zeigen sollen bezw. Müdigkeitsversuche darstellen, beginnen mit dem Jahre 1903. Der Boden ist der gleiche wie bei den Brachefeldversuchen, also ein milder Lehmboden des Leinetales mit etwa 110—130 mg Stickstoff in 100 g trockener Ackerkrume bis 20 cm Tiefe

(Koch[1]), S. 250). Die betreffenden Teilstücke liegen unmittelbar neben denen der Bracheversuche, nur durch einen 3 m breiten Weg von ihnen getrennt. Es ist das für den Vergleich wichtig, daß große Bodenverschiedenheiten nicht vorhanden sind. Das wurde auch dadurch festgestellt, daß 1902 das ganze Versuchsfeld mit Hafer bestellt wurde, wobei von 21 Parzellen der jeweilige Gesamtertrag pro Morgen im niedrigsten Falle 1722 kg im höchsten 2428 kg betrug, welche Extreme bei dieser großen Anzahl von Parzellen als sehr gering bezeichnet werden müssen.

Die Größe der Parzellen beträgt 914 qm. Allerdings ist nur je 1 Teilstück vorhanden; doch wird diese Fehlerquelle dadurch kompensiert, daß im folgenden immer 4 Jahre zusammen betrachtet werden.

Phosphorsäure wurde nicht gegeben, da der Boden (Koch[1]) S. 249) nicht auf Phosphorsäure reagierte. Kali erhielten die Parzellen 1907, 1909 und 1913: 50 kg 40prozent. Kalisalz pro Morgen. Ferner wurden jährlich, offenbar um den Boden nicht allzusehr und allzuschnell an Stickstoff verarmen zu lassen, jährlich mäßige Stickstoffmengen als Kopfdüngung im Frühjahr und zwar pro Morgen: 1903: 25 kg Chilesalpeter; 1904—06, 37,5 kg; 1907: Weizen 12,5 kg, Roggen die Hälfte; 1908: Weizen 50 kg, Roggen die Hälfte; 1909—10: Weizen 25 kg, Roggen die Hälfte; 1911—12: wieder einheitlich 37,5; 1913: 25; 1914—15: 37,5 kg, von da an einheitlich 37,5 kg Ammoniumsulfat mit Ausnahme von 1921—22, wo die gleiche Menge Stickstoff als Ammonsulfatsalpeter gegeben war.

Die Düngung war also in den ersten Jahren nicht ganz gleichmäßig; doch können die paar Jahre an dem Gesamtbilde nichts ändern. Absolut genommen ist die Stickstoffmenge gering; sie beträgt mit 37,5 kg Ammoniumsulfat weniger als die Hälfte des in der Ernte vorhandenen Stickstoffs. Angebaut wurde 1903 Schlanstedter Weizen, 1904—07 Molds red prolific, seitdem Göttinger begrannter Suare-head; ferner 1903—04 Schlanstedter, seitdem Petkuser Roggen. Auch von dieser Unregelmäßigkeit wird das allgemeine Bild nicht betroffen, wie man ohne weiteres beim Vergleich mit den unten folgenden Zahlen sieht.

[1]) A. Koch, Ergebnisse zehnjähriger vergleichender Feldversuche über die Wirkung von Brache, Stalldünger und Klee. Journ. f. Landwirtschaft 1913, S. 245.

1909 und 1922 wurde wegen Auswinterung Sommerweizen gebaut, 1914 mußte am 19. Juni der Weizen wegen völliger Mißernte untergepflügt werden, so daß die Ernte dieses Jahres ausfiel. Weiterhin ist noch zu bemerken, daß stets die Stoppel sofort geschält, dann tief gepflügt, der Roggen etwa 4 Wochen nach der Ernte, der Weizen nach etwa 8 Wochen eingedrillt wurden.

Tabelle 1.

Jahr	Weizen			Roggen			Wiese	Niederschläge März—August cm Höhe
	Korn	Stroh	Zusammen	Korn	Stroh	Zusammen		
1903	541	1056	1597	640	1201	1841	—	—
1904	488	884	1372	824	1222	2046	—	—
1905	338	1054	1392	673	1297	1970	502	430,2
1906	414	929	1333	500	823	1323	1063	517,8
1907	525	1368	1883	713	1140	1853	578	355,7
1908	880	1439	2319	860	1346	2206	1003	404,8
1909	635	1135	1770	856	1504	2360	518	267,9
1910	443	916	1359	521	1138	1659	1568	423,3
1911	727	1094	1821	1000	1500	2500	625	153,8
1912	609	1233	1842	730	1687	2417	1466	433,3
1913	579	1112	1691	857	1056	1913	1136	384,9
1914	untergepflügt			624	946	1570	832	473,4
1915	585	662	1247	541	637	1178	502	286,5
1916	396	681	1077	447	827	1274	1469	359,8
1917	767	506	1273	591	742	1333	661	260,1
1918	672	1163	1835	684	1215	1899	766	312,4
1919	463	676	1139	550	971	1521	661	228,0
1920	342	629	961	558	771	1329	645	260,3
1921	452	842	1294	756	1004	1760	602	246,8
1922	319	647	966	690	930	1620	560	306,1
1923	356	807	1163	637	1132	1769	1006	379,7

Die Zahlen bedeuten Kilogramm pro 1 Morgen (Gesamtertrag).

Betrachtet man nun Tabelle 1, auf der auch, der Raumersparnis halber die später zu besprechenden Wiesenerträge aufgenommen sind, so sieht man in den einzelnen Jahren ein starkes Schwanken der Ernte; hohe und niedrige Erträge wechseln miteinander ab, so daß also offensichtlich der einzelne Jahresertrag von den klimatischen Verhältnissen wesentlich stärker bestimmt

wird als von der abnehmenden Ertragsfähigkeit des Boden. Das soll hier jedoch nicht weiter verfolgt werden; nur auf die Abhängigkeit der Wiesenerträge von den Niederschlagsmengen ist unten hingewiesen.

Eine erkennbare Gesetzmäßigkeit kommt in diese Versuche erst hinein, wenn je 4 Jahre zusammengefaßt werden, wie es in Tabelle 2 geschehen ist, wo auch die Wiesenerträge wieder mit aufgenommen sind. Man erkennt nun, daß zunächst die Ernten gestiegen sind, bei Weizen verhältnismäßig mehr als bei Roggen, daß dann aber wieder ein Rückgang einsetzt, der bei beiden in der Tetrade 1916—19 bezw. 1915—18 bereits unter die Anfangsgröße heruntergegangen ist. Bei Weizen scheint der Rückgang, ebenso wie die anfängliche Steigerung, intensiver zu sein als beim Roggen. Daß man jedoch mit irgend welchen Schlüssen daraus sehr vorsichtig sein muß, zeigt sich ohne weiteres, wenn man die Zahlen nur bis 1919 betrachten würde; man könnte dann das umgekehrte herauslesen. Bei Roggen zeigt die letzte Tetrade sogar wieder eine Steigerung. Man hat hierin natürlich nur unvermeidliche Versuchsfehler zu erblicken. Erst eine lange Reihe von Jahren kann zeigen, ob der Ernterückgang bei den beiden Getreidearten verschieden verläuft.

Tabelle 2.

Jahr	Winter-Weizen	Jahr	Winter-Roggen	Jahr	Wiese
1903/06	5714	1903/06	7180	1905/08	3004
1907/10	7331	1907/10	8078	1909/12	4177
1911/15	6601	1911/14	8400	1913/16	3939
1916/19	5324	1915/18	5684	1917/20	2733
1920/23	4384	1919/22	6230	(1921/23	2892)

Die Zahlen geben den Gesamt-Ertrag pro Morgen in 4 Jahren oder den jährlichen Hektar-Ertrag in Kilogramm an. Bei Weizen fiel 1914 aus, daher 1911/15 4 Jahre bedeuten. Die eingeklammerte Zahl bei Wiese bedeutet, daß keine vollständige Tetrade vorliegt.

Was die anfängliche Steigerung betrifft, so ist sie offenbar die Folge davon, daß das vorher nicht sehr gründlich bearbeitete Feld in gute Kultur genommen wurde. Es dauert offenbar einige Jahre, bis sich der Boden in das Gleichgewicht des Versuches hineingefunden hat; jedenfalls aber zeigt das wieder deutlich, daß erst sehr lange Zeiträume ein sicheres Versuchsergebnis erwarten lassen. Man vergleiche dazu unten S. 30.

Was diese Zahlen nun noch besonders bemerkenswert macht, ist der Umstand, daß sich die gleiche geschilderte Erscheinung bei Weizen und Roggen findet, die jeweils auf Brache des vorhergehenden Jahres folgten, wofür folgende ebenso zu je 4 Jahren zusammengefaßten Zahlen aus dem Göttinger Brachefeldversuch in Tabelle 3 mitgeteilt seien. Bei Weizen sehen wir also dasselbe Bild, nur absolut höhere Zahlen, da ja Brache vorhergeht. Bei Roggen findet keine Steigerung in den ersten Jahren statt, weil der Versuch erst 1909 beginnt und das Feld vorher schon in ähnlichem Kulturzustand sich befand. Sehen wir von Einzelheiten ab, so ist jedenfalls erkennbar, daß offenbar kein prinzipieller Unterschied besteht zwischen Getreide in Selbstfolge und Anbau nach Brache in einer regelrechten Fruchtfolge. Später werden sich noch weitere Gesichtspunkte zu dieser Frage ergeben; dort soll dann wieder auf sie zurückgekommen werden (S. 28 ff.).

Tabelle 3.

Jahr	Weizen nach Brache in 4jähr. Fruchtfolge	Jahr	Roggen nach Brache in 6jähr. Fruchtfolge
1904/07	6 700	1909/12	10 947
1908/11	11 249	1913/16	9 657
1912/15	8 119	1917/20	8 368
1916/19	6 522		
1920/23	5 599		

Es sei jedoch noch kurz auf das Verhältnis von Korn-Stroh und seine Änderung im Laufe der Jahre eingegangen. Die Zahlen aus Tabelle 1, welche wiederum zu 4jährigen Perioden zusammengefaßt sind, finden sich in Tabelle 4.

Tabelle 4.

Auf 100 kg Korn erzeugtes Stroh

Jahr	Weizen	Jahr	Roggen
1903/06	220	1903/06	172
1907/10	196	1907/10	174
1911/15	164	1911/14	162
1916/19	131	1915/18	151
1920/23	199	1919/22	144

Man sieht also, daß sich das Verhältnis von Korn zu Stroh immer mehr zugunsten des Kornes verschiebt; allerdings mit der einen merkwürdigen Ausnahme der letzten Tetrade bei Weizen; eine Erklärung dafür kann nicht gegeben werden; doch sei auf

eine ähnliche Erscheinung bei Zylinder- und bei Gefäßversuchen S. 26 und 36 verwiesen. Diese Abnahme des relativen Strohertrages deutet mit größter Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß eine allmähliche Erschöpfung des Bodens an Nährstoffen, insbesondere an Stickstoff stattfindet. Reichliche Stickstoffzufuhr vermehrt ja den relativen Strohertrag.

Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch bei den Brachefeldversuchen bei Weizen jeweils nach Brache, wobei 1904—12 auf 100 Korn 183, 1913—22 dagegen 154 Stroh entfielen. Also auch hierin die gleiche Parallelität wie wir sie beim Ernterückgang festgestellt hatten.

Wiese: Die Einzelzahlen für den Daueranbauversuch mit Wiese finden sich in Tabelle 1, die zu 4jährigen Perioden zusammengefaßten in Tabelle 2.

Angelegt wurde die Wiese 1903, und zwar am 2. April besät mit 1,5 kg französischem Raigras, 2 kg Knaulgras, 0,5 kg Rohrschwingel (roter Schwingel), 1,5 kg Wiesenfuchsschwanz, 2 kg Wiesenschwingel, 1,5 kg italienischem Raigras, 1,5 kg gemeinem Rispengras, 1,0 kg Thimotheegras. Die Größe der Fläche betrug 1928 qm, wurde 1905 auf 1824, 1906 auf die endgültige Größe von 1578 qm verkleinert. Der Grasschnitt Herbst 1903 wurde nicht gewogen, 1904 der zweite Schnitt ebenfalls nicht, so daß die Erntezahlen erst 1905 beginnen. Die Wiese wurde jährlich 2mal, nur 1906 und 1910 3mal gemäht.

An Düngung wurden der Parzelle gegeben am 8. Juni 1903 19,3 kg Chilesalpeter, sonst kein Stickstoff mehr. 1904—05 nichts; 1906 wurde auf einzelnen Teilstücken der Wiese verschiedene Düngung gegeben von nichts, Kali und Kali + Superphosphat; 1907—08 nichts; 1909 wieder eine von 1906 abweichende Differenzdüngung von Kali und Superphosphat; 1910 nichts; von 1911 an erhielt die ganze Fläche stets gleichmäßig 31,6 kg 40prozent. Kalisalz, nur 1911 noch dazu 31,5 kg Superphosphat. Da diese verschiedene Behandlung nur in den ersten Jahren stattfand, und wir ja auch nur die Erträge der ganzen Fläche miteinander vergleichen, so fällt diese anfänglich etwas verschiedene Behandlung nicht ins Gewicht; übrigens hatten sich auch die Differenzdüngungen als wirkungslos erwiesen.

Es tritt also (Tab. 2) auch hier die gleiche Erscheinung auf wie bei Roggen und Weizen: zunächst ein starker Anstieg der

Produktion, obwohl das Jahr der Wiesenansaat und das nächstfolgende unberücksichtigt blieben, dann ein allmählicher Abfall. Die letzte Tetrade ist nicht vollständig, daher noch kein sicheres Ergebnis vorliegt und die Zahl infolge der hohen Ernte 1923 zu hoch ausgefallen ist, wenn man nicht sagen will, daß die vorhergehende Tetrade infolge der trockenen Jahre (s. unten) zu niedrig ausgefallen ist.

Bei der Wiese sind aber die Schwankungen der einzelnen Jahreserträge viel erheblicher als bei Weizen und Roggen, auch wenn wir bei Wiese von dem niedrigen Ertrag des ersten Jahres (1905) absehen, wie folgende Übersicht zeigt:

	Wiese	Weizen	Roggen
höchster Ertrag	1568	2319	2500
niedrigster Ertrag	502	961	1178
niedrigst zu höchst . . .	32,0	41,5	47,1

Der Grund hierfür ist offenbar der, daß die Wiesenerträge sehr viel mehr von den Niederschlagsverhältnissen während der Vegetationszeit in Frühjahr und Sommer abhängig sind als die der Getreidearten. In Tabelle 1 sind die Niederschläge März bis August mit aufgenommen; man sieht, daß — von 1905 abgesehen — immer, wenn der Ertrag 1000 erreicht, auch die Niederschlagsmengen die höchsten Werte aufweisen. Nur 1914 fällt etwas heraus; aber einmal sind 2 hohe Ernten in den beiden vorangehenden Jahren vorhergegangen, der Boden war also offenbar etwas erschöpft; sodann zeigt aber 1914 immer noch die höchste Ernte der unter 1000 liegenden Erträge. Deutlich zeigt auch das feuchtere Jahr 1923 das Emporschnellen der Ernte, nachdem eine ganze Reihe trockener Jahre vorangegangen sind. Daß sich die Wiese ganz anders verhält als die beiden Getreidearten, zeigt sich auch bei einem Vergleich der Zahlen von 1911: Bei Wiese geringer Ertrag infolge der Trockenheit während der Vegetationszeit, bei Roggen die höchste überhaupt erreichte Jahresernte, auch bei Weizen eine sehr gute Ernte. Es soll jedoch hier nicht weiter auf diese komplizierten Beziehungen des Ertrages zu den klimatischen Faktoren eingegangen werden.

Was für uns hier das wesentliche ist, ist die Tatsache, daß trotz dieses gegensätzlichen Verhaltens zwischen Wiese einerseits und Weizen-Roggen andererseits doch das allgemeine Bild des Ernterückganges, wenn 4 Jahre zusammengefaßt werden, unverkennbar und in beiden Fällen prinzipiell gleichartig ist.

Soeben erschien:

Die Ernährung
der
landwirtschaftlichen Nutztiere

Lehrbuch
auf der Grundlage physiologischer Forschung
und praktischer Erfahrung

bearbeitet von

Dr. phil. et med. h. c. **O. Kellner**
weil. Geh. Hofrat und Professor, Vorstand der Versuchsanstalt Möckern

Zehnte Auflage

herausgegeben von

Dr. phil. et agr. h. c. **G. Fingerling**
Professor, Direktor der landw. Versuchsanstalt Leipzig-Möckern.

Berlin
Verlagsbuchhandlung Paul Parey
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1924

Gr.-8°. 683 Seiten. In Ganzleinen gebunden, Preis Gm. 17.—

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Wer, wie der Verfasser des vorliegenden Buches, den Ausbau eines bestimmten Wissensgebietes zu seiner Lebensaufgabe gemacht und sich fast ein Menschenalter hindurch mit Forschungen auf diesem Gebiete beschäftigt hat, der wird die Gelegenheit, seine Beobachtungen und Erfahrungen in das vorhandene System einzureihen, gern ergreifen. In solcher Lage befand sich der Verfasser, als vor einiger Zeit die Verlagsbuchhandlung Paul Parey an ihn mit dem Ansuchen herantrat, ein für den gebildeten Landwirt bestimmtes Lehrbuch zu schreiben, das den gegenwärtigen Stand der Fütterungslehre behandeln und außer dem Studium zugleich auch der Praxis dienen sollte. Dieser Anregung gab der Verfasser um so lieber Folge, als wohl die meisten Zusammenstellungen über die Fütterung der Nutztiere ihre Entstehung gerade solchen Autoren verdanken, die an der Entwicklung der Ernährungslehre selbst keinen Anteil haben und deren Forschungsapparat nur aus Schreibutensilien und Gedrucktem besteht.

Zu einer Zusammenfassung des bisher Erreichten erscheint der gegenwärtige Zeitpunkt besonders geeignet. Es ist durch die Untersuchungen des Verfassers über die Verwertung der einzelnen Nährstoffe und ganzer Futtermittel eine weitere Stufe in unserer Kenntnis der Vorgänge im Tierkörper erreicht und erkannt worden, daß die Futterzumessung nach verdaulichen Nährstoffen auf unrichtigen Voraussetzungen beruht. Der Gehalt der Futtermittel an verdaulichem Material deckt sich nicht mit ihrer Nährwirkung, vielmehr spielen hier der Verarbeitungsaufwand, die Fäulnis- und Zersetzungsvorgänge im Futterbrei und andere Dinge eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Untersuchung dieser Verhältnisse bei den hauptsächlichsten Vertretern der verschiedenen Futtermittelgruppen hat den Verfasser in den Stand gesetzt, die Wertschätzung der Futterstoffe und die Futterberechnung nunmehr auf die am Tiere selbst ermittelten Produktionswirkungen zu gründen. Das vorliegende Buch verläßt daher das bisher befolgte schablonenmäßige Verfahren, die verdaulichen Nährstoffe zur alleinigen Grundlage zu nehmen und geht dazu über, die Eigenart jedes Futtermittels näher festzulegen und mit denjenigen Werten zu rechnen, von welchen die tierischen Leistungen abhängen. Manche Lücken, die noch der Ausfüllung harren, dürfen uns nicht davon abhalten, den als richtig erkannten Weg auch wirklich zu betreten; ist die Zahl der auf ihre Leistung untersuchten Futtermittel auch noch keine sehr große, so erreicht sie doch bereits annähernd denselben Stand, bei welchem man vormals die Rechnung mit Rohnährstoffen aufgab und das Futter nach

seinem Gehalte an verdaulichen Nährstoffen zu bemessen anfing. Der neue Weg ist bereits soweit gangbar und sicher, daß er der Praxis geöffnet werden kann.

Neben dem Stoffumsatz, welcher bisher allein in der landwirtschaftlichen Fütterungslehre Berücksichtigung gefunden hat, sucht das vorliegende Lehrbuch auch die Verhältnisse des Energieumsatzes allenthalben zur Erklärung der Vorgänge im Tierkörper heranzuziehen. Vieles, was bei der bisherigen einseitigen Behandlung der Tatsachen — bei der ausschließlichen Betrachtung des Stoffwechsels — unklar und undurchsichtig geblieben ist, wird durch die Betrachtung des Kraftwechsels dem Verständnis erheblich näher gerückt; ja die Fortschritte, welche in letzter Zeit auf dem Gebiete der Ernährungslehre gemacht worden sind, beruhen großenteils auf der Erforschung der energetischen Verhältnisse, die bei der Verwertung der Nahrung eine Rolle spielen.

Im übrigen ist der Verfasser von der Absicht geleitet gewesen, nicht bloß die nackten Tatsachen, welche auf experimentellem Wege zutage gefördert worden sind, in ein System zu bringen, sondern diese Tatsachen, soweit als angängig, auch mit den hauptsächlichsten Versuchsergebnissen zu belegen und näher zu begründen. Daß hierbei nicht sämtliche, sondern nur die wichtigsten Untersuchungen berücksichtigt werden konnten, liegt in der Natur eines Lehrbuches.

Möckern bei Leipzig, Januar 1905.

O. Kellner.

Vorwort zur zehnten Auflage.

Die 9. Auflage des Kellnerschen Werkes ist bereits seit $1\frac{1}{2}$ Jahren vergriffen, und die Herausgabe einer neuen Auflage wurde von Monat zu Monat dringender. Da die Bearbeitung der neuen Auflage längere Zeit in Anspruch genommen haben würde, und nicht einmal die Drucklegung einer Neuauflage in der Zeitspanne erledigt werden konnte, die im Hinblick auf das vollständige Fehlen des Buches auf dem Büchermarkt eingehalten werden sollte, habe ich dem Vorschlage des Verlages zugestimmt, durch einen unveränderten Abdruck der 9. Auflage dem dringendsten Bedürfnis abzuhelfen.

Wenn damit auch der Wunsch nach Einfügung der neueren Versuchsergebnisse unerfüllt bleiben mußte, so war ich mir doch klar, daß auch bei einer Neubearbeitung an dem Gefüge des Kellnerschen Werkes im Grunde genommen noch nichts geändert werden konnte. Zwar bewegt sich die Forschung in den letzten Jahren in einer Richtung, die weite Breschen in das Kellnersche Lehrgebäude der Stärkewerte legen könnte, wenn die dabei gemachten Beobachtungen, die noch nicht über das Niveau von Laboratoriumsexperimenten gekommen sind, ihre Bestätigung durch Versuche erhalten würden, die mit landwirtschaftlichen Nutztieren unter den in der landwirtschaftlichen Praxis herrschenden Verhältnissen ausgeführt werden müssen. Ich denke hier an die biologische Ungleichwertigkeit der Eiweißstoffe und an die Vitamine.

Was die ersteren betrifft, so liegen eine ganze Reihe von Versuchen vor, die aber einer Kritik nicht standhalten. Da wir außer den Eiweißstoffen auch die anderen Nährstoffgruppen in ihrer Wirkung noch nicht vollkommen kennen — ich verweise nur auf die Pentosane, die Verschiedenheit der Zellulose in den einzelnen Futtermitteln sowie auf die Bedeutung der Mineralstoffe — so ist hier Trugschlüssen Tür und Tor geöffnet. So sehr daher die künftige Versuchsanstellung in dieser Richtung Klarheit zu schaffen bestrebt sein wird, so berechtigen die bisherigen Ergebnisse noch nicht zu Schlußfolgerungen bzw. einer praktischen Auswertung. Wer die rohen Methoden kennt, mit denen hier gearbeitet werden muß, wird meine Vorsicht verständlich finden. Dagegen habe ich die Vitaminfrage in einem Anhangskapitel besprochen, und wenn ich auch hier zu einer mäßigen Einschätzung des Wertes dieser Stoffe für die landwirtschaftliche Praxis gekommen bin, so befürchte ich doch, daß ich der herrschenden Vitaminbegeisterung noch zu große Konzessionen gemacht habe, die sich mit dem Geiste der strengen kritischen Auslese nicht vertragen, die den Grundcharakter der Kellnerschen Darstellung bildet.

Meinen Plan, der modernen Silagebereitung ein besonderes Anhangskapitel zu widmen, habe ich fallen gelassen, so verführerisch dieser Gedanke gerade für mich war. Die einzelnen Verfahren der Silagebereitung stehen aber noch in einem scharfen Wettbewerb, und eine Klärung der verschiedenen Bestrebungen ist noch nicht erfolgt. Von dieser Tatsache kann sich wohl niemand besser überzeugen, als der Schreiber dieser Zeilen, der fast täglich an der Hand der zur Untersuchung kommenden Proben feststellen muß, wie weit wir noch vom erstrebten Ziel, ein vollwertiges Silofutter herzustellen, entfernt sind. Indessen muß doch festgestellt werden, daß die Bedeutung des Silogedankens von immer weiteren Kreisen erfaßt wird, und daß durch den erfolgten Zusammenschluß von Wissenschaft und Praxis die baldige Lösung dieses volks- und privatwirtschaftlich wichtigen Problems zu erwarten steht, so daß in einer künftigen Neubearbeitung des vorliegenden Werkes der Bericht hierüber in einer Form erfolgen kann, der die kritische Betrachtungsweise dieses Werkes verträgt.

Leipzig-Möckern, im März 1924.

Gustav Fingerling.

Inhalt.

Erster Teil.

Die Zusammensetzung, Verdauung und Verwertung der Futterstoffe.

Seite

Erstes Kapitel. **Die Bestandteile der Futtermittel** 1
1. Wasser und Trockensubstanz 1
2. Organische Substanz und Mineralstoffe 2
3. Bestandteile der organischen Substanz 2
I. Die Eiweiß- und Proteinstoffe. — II. Die stickstoffhaltigen Substanzen nicht-eiweißartiger Natur. — III. Fette und Öle. — IV. Die Rohfaser. — V. Die stickstofffreien Extraktstoffe.
4. Die Mineralstoffe 20

Zweites Kapitel. **Die Verdauung des Futters** 21
1. Die Zerkleinerung des Futters 21
2. Die eigentliche Verdauung des Futters 23
3. Die Aufsaugung der verdauten Stoffe in die Säfte des Tierkörpers . . 29
4. Der unverdaute Teil des Futters 31
5. Methoden zur Feststellung des Umfanges der Verdauung 36
6. Der Umfang der Verdauung unter verschiedenartigen Einflüssen 43
A. Einfluß der Beschaffenheit der Tiere auf die Verdauung des Futters . 43
B. Einfluß der Menge und Mischung des Futters auf die Verdauung . . 51

Drittes Kapitel. **Die Verwertung der verdauten Stoffe im Tierkörper** . . . 62
1. Allgemeine Verhältnisse. — 2. Untersuchungs-Methoden. — 3. Der nutzbare Teil der verdauten Nahrung. a) Eiweißstoffe. b) Stickstoffhaltige Substanzen nicht-eiweißartiger Natur. c) Fette und Öle. d) Stickstofffreie Extraktstoffe. e) Rohfaser.

Viertes Kapitel. **Die Verwertung der Nahrung. Der Stoff- und Energieumsatz unter verschiedenen Verhältnissen** 96
1. Vollständige Nahrungsentziehung. — 2. Ungenügende Nahrungszufuhr. — 3. Reichliche Nahrungszufuhr. Gesetze der Fleisch- und Fettbildung. a) Energetische Verhältnisse. b) Die Wirkung der Eiweißzufuhr. c) Wirkung der stickstoffhaltigen Stoffe nicht-eiweißartiger Natur. d) Wirkung stickstoffhaltiger Stoffe leimartiger Natur. e) Die Wirkung der stickstofffreien Nährstoffe. f) Die Verwertung ganzer Futtermittel. g) Der Umsatz und Ansatz von Mineralstoffen. h) Der Einfluß des Wassers auf den Stoffumsatz.

Fünftes Kapitel. **Die Verwertung der Nahrung. — Der Einfluß der Muskelarbeit auf den Stoff- und Energieverbrauch** 188
1. Die Quellen der Muskelarbeit 188
2. Die quantitativen Beziehungen zwischen verschiedenen Formen der Muskelkraft und dem Stoffverbrauch 200
3. Die quantitative Verwertung der einzelnen Nährstoffe sowie ganzer Futtermittel zur Erzeugung nutzbarer Kraft 208

Zweiter Teil.

Die Futtermittel, ihre Eigenschaften, Konservierung, Zubereitung und Verwendbarkeit.

Seite

Erstes Kapitel. **Nährstoffgehalt, Bekömmlichkeit und Haltbarkeit der Futtermittel** 219

Zweites Kapitel. **Ernte- und Konservierungsmethoden** 226
a) Die Dürrheubereitung. b) Die Brennheubereitung. c) Die Braunheubereitung. d) Die Sauerfutterbereitung. α) In Gruben. β) Die Einsäuerung in Futtertürmen (Silos). γ) Einsäuern in Herba-Futterkammern (Süßpreßfutterbehälter). e) Die Preßfutterbereitung. f) Die Aufbewahrung des Körnerfutters. g) Die Konservierung der Wurzel- und Knollengewächse. Die Trocknung der Futtermittel bei künstlicher Wärmezufuhr.

Drittes Kapitel. **Die Zubereitung der Futterstoffe** 277
1. Zerkleinerung des Rauhfutters, der Wurzelgewächse und Körnerarten . . 277
2. Anfeuchten der Futtermittel mit kaltem Wasser und längeres Einweichen 280
3. Kochen, Brühen und Dämpfen 282
4. Rösten 285
5. Auslaugen 285
6. Die Aufschließung des Strohes mit Natronlauge 288
A. Das Oxmannsche Verfahren. B. Die Verfahren von Fr. Lehmann. C. Das Colsmansche Verfahren. D. Das Dahlemer Verfahren. E. Das Beckmannsche Verfahren.
7. Aufschließen der Futterstoffe mittels verdünnter Salzsäure und Soda . . 293
8. Mälzen der Körner 294
9. Die Vorverdauung (Peptonisierung) mit Verdauungssäften 296
10. Zubereitung durch Gärung und Selbsterhitzung 296
11. Herstellung von Futterbroten 298

Viertes Kapitel. **Beschreibung der Futtermittel** 299
I. Grünfutter und Heu. — II. Stroh und Spreu. — III. Wurzel- und Knollengewächse. — IV. Die Körnerarten. — V. Abfälle der Müllerei. — VI. Die Rückstände der Ölfabrikation. — VII. Abfälle der Stärkefabrikation. — VIII. Abfälle der Zuckerfabrikation. — IX. Rückstände der Gärungsgewerbe. — X. Futtermittel tierischen Ursprungs. — XI. Kriegsersatzfuttermittel. — XII. Viehpulver und andere Geheimmittel.

Dritter Teil.

Die Fütterung der Nutztiere unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis.

Erstes Kapitel. **Allgemeine Verhältnisse. — Stärkewerte. — Versuchsanstellung in der Praxis** 427

Zweites Kapitel. **Das Erhaltungsfutter für Ochsen bei Stallruhe** 440
Eiweißminimum. — Minimum an stickstofffreien Nährstoffen. — Einfluß der Körpergröße der Tiere.

Drittes Kapitel. **Das Erhaltungsfutter für Schafe. Die Wollproduktion** . 447
Nährstoffbedarf. — Beziehungen zwischen Futter und Wollproduktion.

Viertes Kapitel. **Die Mästung ausgewachsener Tiere** 453
Zusammensetzung magerer und fetter Tiere 454
Zusammensetzung des Körperzuwachses bei der Mast 454
Nährstoffbedarf bei der Mast 459
Einfluß des Mastfutters auf die Qualität der Schlachtprodukte 462
Mastfutter für ausgewachsene Wiederkäuer 467
Einfluß der Umgebungstemperatur auf die Mast. — Einfluß des Scherens auf die Wirkung des Mastfutters. — Verlauf der Futterwirkung innerhalb einer Mastperiode. — Der Ausmästungsgrad.
Das Mastfutter für ausgewachsene Schweine 477

Seite

Fünftes Kapitel. **Die Fütterung der Arbeitstiere** 479
Allgemeine Verhältnisse 479
Die Fütterung der Arbeitsochsen: Nährstoffbedarf, Art der Futtermittel . . 480
Die Fütterung der Pferde: Erhaltungsbedarf, Bedarf für die Arbeit, verschiedene Formen der Arbeit, Futtermaße, Art der Futtermittel 483

Sechstes Kapitel. **Die Fütterung wachsender Tiere** 494
Untersuchungen über den Nährstoffbedarf junger Tiere 495
Die Fütterung der Kälber bei der Aufzucht, bei der Mast 513
Die Fütterung der Lämmer 515
Die Fütterung der wachsenden Schweine bei der Aufzucht, bei der Mast . . 520

Siebentes Kapitel. **Die Fütterung des Milchviehes** 532
1. Die Entstehung der Milch 532
2. Die Beschaffenheit der Tiere in ihrem Einfluß auf die Milchabsonderung 534
3. Die Wirkung äußerer Einflüsse auf die Milchabsonderung 543
4. Methoden zur Untersuchung des Einflusses, welchen das Futter auf die Milchabsonderung ausübt 553
5. Die Wirkung der Nahrung auf die Milchproduktion 560
1. Allgemeine Verhältnisse. — 2. Einfluß der Nahrungsmenge. — 3. Wirkung der Eiweißzufuhr. — 4. Wirkung nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen. — 5. Wirkung der stickstofffreien Nährstoffe: a) Kohlenhydrate, b) Nahrungsfette, c) Wirkung anderer stickstofffreier Stoffe. — 6. Sonderwirkung der Futterstoffe. — 7. Wirkung von Würz- und Reizstoffen. — 8. Die Wirkung gesundheitsschädlicher Futterstoffe.
6. Das Futter der milchgebenden Tiere 609

Anhang. Tabellen zur Futterberechnung 624
Die Bedeutung der Vitamine 627
Tabelle I. Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Stärkewert der Futtermittel 633
Tabelle II. Die Verdaulichkeit der Futterstoffe (Verdauungs-Koeffizienten) nach den Ergebnissen der an den Tieren angestellten Versuche 646
Tabelle III. Fütterungsnormen 655

Register 657

Gleichzeitig erschien in neuer Auflage:

Grundzüge der Fütterungslehre

Gemeinverständlich dargestellt

von

Dr. O. Kellner,

weil. Geh. Hofrat und Professor, Vorstand der Versuchsstation Möckern.

Siebente, vermehrte und verbesserte Auflage

herausgegeben von

Dr. G. Fingerling,

Professor, Direktor der Landw. Versuchsanstalt Leipzig-Möckern.

Gr.-8°. 230 Seiten. Gebunden, Preis 5 Goldmark.

Nach längerem Vergriffensein liegt Kellners klassisches Lehrbuch nunmehr in neuer Ausgabe vor. Es hat sich in der landwirtschaftlichen Praxis längst Weltruf erworben und seinen festbegründeten Wert bewiesen. Auch sein kürzer gefaßter Leitfaden „Grundzüge der Fütterungslehre" erschien soeben neu. Diese beiden Kellnerschen Werke sind die Grundlage, auf der sich die moderne Fütterungslehre aufbaut. Sie sind also ganz unentbehrlich für jeden Landwirt, das größere für den akademisch gebildeten, das kleinere für den einfachen Praktiker.

Zu Bestellungen wolle man nachstehenden Bestellschein verwenden.

Berlin SW 11
Hedemannstr. 10 u. 11
im Juni 1924

Paul Parey,
Verlagsbuchhandlung.

Bestellzettel.

(Abzutrennen und in offenem Briefumschlag mit der Aufschrift „Bücherzettel", in Deutschland mit 5 Pf. freigemacht, einer Buchhandlung einzusenden.)

Der Unterzeichnete bestellt hierdurch unter Postnachnahme:

..... **Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere.** Zehnte Auflage. In Ganzleinen gebunden, Preis Gm. 17,—.

Ferner:

..... **Kellner, Grundzüge der Fütterungslehre.** Siebente Auflage. Gebunden, Preis Gm. 5,—.

(Auslandspreis: 4,05 bzw. 1,20 Dollar, zahlbar auch in jeder anderen wertbeständigen Währung. — Lieferung im Inlande unter Postnachnahme zuzüglich Portokosten, nach dem Auslande gegen Voreinsendung des Betrages zuzüglich 10% für Porto und Verpackung.)

(Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11.)

Name und Stand: .....

Ort und Poststation: .....

Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.

2. Selbsfolgeversuche in eingegrabenen Blechzylindern.

Weitere Versuche wurden mit großen eingegrabenen unten offenen Blechzylindern angestellt, von $^1/_2$ qm Oberfläche; als Bodenmaterial diente derselbe Boden des Göttinger Versuchsfeldes. Es handelt sich um Versuche mit Weizen, Roggen, welche beiden Getreidearten wegen der bei solchen Versuchen größeren Auswinterungsgefahr als Sommerfrucht gebaut wurden, und Wiese bezw. Arrhenaterum elatius.

Weizen und Roggen: Die Erntezahlen sind aus Raumersparnis nicht für jedes Jahr einzeln angegeben, sondern gleich in 4jährigen Zusammenfassungen wie oben (Tab. 5). Die Zahlen bedeuten Gramm Trockensubstanz pro Zylinder; die mittleren Jahreserträge jeder Tetrade sind also durch Teilung mit 4 zu erhalten. Die Versuche beginnen 1908.

Als Düngung wurden gegeben: 1910 pro Zylinder 10 g KNO_3 (= 1 Ztr. pro Morgen); 1915 ebensoviel + 5 g K_2HPO_4. An Stickstoff sind also nur sehr geringe Mengen hineingekommen.

Tabelle 5.

Jahr	Weizen						Roggen					
	I			II			I			II		
	Korn	Stroh	Zusammen	Korn	Stroh	Zusammen	Korn	Stroh	Zusammen	Korn	Stroh	Zusammen
1908/11	566	1105	1671	489	973	1462	592	999	1591	577	903	1480
1912/15	363	764	1127	352	735	1087	283	527	810	308	561	869
1916/19	311	643	954	202	480	682	194	395	589	223	425	648
1920/23	224	590	814	163	526	689	272	578	850	197	458	655

Wie man sieht, sind die Zahlen der beiden Parallelzylinder etwas unregelmäßig, was eben bei derartigen Versuchen nicht zu vermeiden ist. Schuld daran mag vielleicht sein, daß z. B. für Weizen II 1920 angegeben wird: „verkümmert“ (0,8 g Korn, 43,1 g Stroh). Auch sonst findet sich hin und wieder mal eine abnorm niedrige Ertragszahl. Das scheint mir zum Teil auf Drahtwurmbefall zurückzuführen sein, die sich auch 1923 in unangenehmer Menge zeigten; leider kann dagegen nicht radikal vorgegangen werden, um nicht das Stickstoffgleichgewicht des Bodens zu stören.

Alles in allem läßt sich aber ein erhebliches Sinken der Ernten feststellen; nach 16 Jahren ist der Ertrag rund auf 50% gesunken. Das ist, wie man beim Vergleich mit Tabelle 2 sieht, erheblich mehr als bei den Feldversuchen. Das kann nun nicht daher kommen, daß die Produktion hier sehr viel stärker ist als auf dem Felde, also eine stärkere Erschöpfung des Bodens eingetreten wäre; denn die anfängliche Roggenernte von 1500 g (in 4 Jahren) würde einem Hektar-Ertrag von 7500 kg entsprechen, also dieselbe Zahl sein wie in den obigen Freilandversuchen in Tabelle 2. In dem starken Auftreten der Schädlinge möchte ich einstweilen wohl den Hauptgrund für diese Erscheinung sehen. Übrigens sind die Unterschiede nicht durchweg so erheblich, z. B. bei Weizen II der Tabelle 5. Doch sollen solche Einzelheiten nicht weiter besprochen werden, ebensowenig wie ein etwaiges verschiedenes Verhalten von Weizen und Roggen, da mir die Zahlen dafür noch zu unsicher scheinen; erst die weitere Fortsetzung der Versuche wird vielleicht noch einiges erkennen lassen.

Auf einen Punkt sei aber noch hingewiesen: Ein anfängliches Emporschnellen der Ernte, wie es bei den Feldversuchen nach Versuchsbeginn zu beobachten war, ist hier nicht zu erkennen; das läßt sich wohl zwanglos damit erklären, daß bei den Zylinderversuchen die Erde beim Einfüllen ja gründlich durchlüftet wurde, daß hier also der günstige physikalische Zustand des Bodens, der bei den Feldversuchen erst nach einigen Jahren erreicht wird, gleich zu Versuchsbeginn hergestellt ist. (Die Erde wurde abgegraben, ein Erdkegel stehen lassen, darüber die Zylinder gestürzt.)

Das Verhältnis von Korn zu Stroh ist hier ganz anders wie bei den Feldversuchen. Tabelle 6 gibt die Übersicht hierüber. Man sieht also, daß sich das Verhältnis Korn-Stroh hier gerade umgekehrt verhält wie bei den Feldversuchen. Worauf das zurückzuführen ist, kann ich nicht sagen. Es ist nicht ausgeschlossen,

Tabelle 6.

Auf 100 Korn kommt Stroh bei	Weizen		Roggen	
	I	II	I	II
1908/11 . . .	195	199	169	157
1912/15 . . .	210	209	186	182
1916/19 . . .	207	238	204	191
1920/23 . . .	263	323	212	232

daß auch auf dem Felde sich in späteren Jahren die gleiche Erscheinung bemerkbar machen wird; vielleicht könnte man in der Erweiterung des Verhältnisses, wie es sich dort (Tab. 4) bei Weizen in der letzten Tetrade findet, einen Hinweis darauf erblicken; Weizen zeigte ja auch bei den Zylinderversuchen eine größere Neigung zur Erweiterung des Korn-Stroh-Verhältnisses. Man vergleiche auch die weiter unten folgenden Ausführungen über Hafer.

Wiese: Die Zylinder für die Versuche mit Wiese waren größer, nämlich mit 1 qm Oberfläche. Der Boden war derselbe. Als Düngung wurde niemals Stickstoff, 1903, 1912 und 1915 je 10 g K_2HPO_4 gegeben. Die Zylinder waren 1903—05 mit Grassamengemisch bepflanzt, wurden dann 1906 umgegraben und neu besät, ebenso 1912 und mit Arrhenaterum elatius besät.

Auch hier sind (in Tab. 7) die zu je 4 Jahren zusammengefaßten Zahlen mitgeteilt (der durchschnittliche Jahresertrag je

Tabelle 7.

Jahr	Ertrag I	Ertrag II	Zusammen	Aufgenommener Stickstoff in g I	Aufgenommener Stickstoff in g II
1904/07	1460	1310	2770	19,55	17,44
1908/11	1179	1225	2404	15,45	16,47
1912/15	1302	1430	2732	17,23	19,31
1916/19	1071	1211	2282	(13,56	15,72)
1920/23	1274	1356	2630	—	—

Tetrade ist also durch 4 zu teilen), ferner auch die laut Analyse aufgenommenen Stickstoffmengen, die bis 1918 vorliegen. (Die letzte Tetrade ist also nicht vollständig; die Zahlen gelten also nur für 3 Jahre). Es zeigt sich hier ein auffälliger Gegensatz zu den bisherigen Beobachtungen, nämlich kein Rückgang der Ernte. Eine Andeutung dazu könnte man vielleicht dann erkennen, wenn die Summe der beiden Ernten in den ersten 10 und den letzten 10 Jahren miteinander verglichen werden; man erhält dann für 1904—13 5817, für 1914—23 5571 g. Auch die Stickstoffaufnahme, soweit die Zahlen vorliegen, zeigt keine Abnahme; der Grund für diese auffallende Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß 1906 und 1912 ein weiterer Eingriff in den Boden durch das Umgraben und neu Besäen geschah. Es sei noch darauf hingewiesen, daß auch hier der Ertrag, 0,3 kg pro Zylinder und Jahr = 3000 kg pro Hektar dem im freien Lande gefundenen (Tab. 2) entspricht.

3. Bracheversuch in eingegrabenen Blechzylindern.

In gleichen Zylindern wie bei den Selbstfolgeversuchen mit Weizen und Roggen wurden auch Bracheversuche angestellt, wobei in 4jährigem Fruchtwechsel Brache, Weizen, Roggen, Hafer einander folgten. Es ist das derselbe Versuch, der auf dem Versuchsfelde im großen läuft. Allerdings ist hier nicht wie dort ein Vergleichsversuch mit Klee und Stallmist vorhanden; aber die Versuche geben doch einen wertvollen Vergleich mit den Selbstfolgeversuchen. Es kann hier also ähnlich wie es oben für die Feldversuche geschehen ist, Weizen nach Weizen und Weizen nach Brache verglichen werden. Die ebenfalls zu 4jährigen Perioden zusammengefaßten Zahlen neben den bis 1918 vorliegenden Stickstoffbestimmungen sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8.

Jahr	Sommer-Weizen			Sommer-Roggen			Hafer		
	Korn	Stroh	Zusammen	Korn	Stroh	Zusammen	Korn	Stroh	Zusammen
1905/08	674	1399	2073	475	782	1257	518	790	1308
1909/12	658	1432	2090	452	883	1335	391	873	1264
1913/16	451	859	1310	358	572	930	390	602	992
1917/20	469	875	1344	251	431	682	274	583	857

Die Ernte Hafer für 1920 fehlt. Die Tetrade ist aus den 3 Jahren berechnet.

	Stickstoffaufnahme bei		
	Weizen	Roggen	Hafer
1905/08 . . .	27,06	13,17	17,16
1908/12 . . .	26,91	13,81	15,70
1913/16 . . .	14,54	10,13	10,95
(1917/18) . . .	(13,92	9,63	9,82)

Die Zahlen für die erste Tetrade stimmen nicht ganz genau, da die Körner von Mäusen beschädigt wurden; aus demselben Grunde fehlt auch die Stickstoffzahl der Weizen-Körner; zur Berechnung wurde das Mittel des Stickstoffgehaltes von 1906 und 1908 genommen, bei der letzten Tetrade sind nur 2 Jahre vorhanden, die auf 4 Jahre umgerechnet wurden.

Als Düngung wurde 1904 pro Zylinder 4 g Chilesalpeter gegeben; 1912 und 1915 erhielt jeder Zylinder 5 g K_2HPO_4. Sonst wurde nichts gegeben.

Vergleicht man diesen Versuch mit dem vorher besprochenen Selbstfolgeversuch, so sieht man, daß sich Weizen und Roggen hier ganz ähnlich verhalten wie dort und wir erkennen auch wieder dasselbe Bild, das wir beim Vergleich von Selbstfolge und Brachefolge auf dem freien Felde gesehen hatten; in beiden Fällen ein allmählich einsetzender Ernterückgang, der sich bei Selbstfolge und Brachefolge in derselben Weise vollzieht. Bei Selbstfolge hatten wir (in Summe der beiden Gefäße) bei Weizen einen Rückgang von 3133 auf 1503, also auf 48,3%, hier bei der Brachefolge, wo also Weizen stets auf Schwarzbrache im vorangegangenen Jahre stand, von 2082 auf 1327, also auf 63,7% (Mittel der ersten 8 und der nächstfolgenden 8 Jahre). Der Rückgang scheint also bei Brache etwas langsamer eingesetzt zu haben, was schließlich nicht zu verwundern ist, da dort ja in 4jähriger Fruchtfolge immer 1 Jahr Ernte ausfällt. Doch müssen auch die oben erwähnten Beschädigungen der Weizen-Ernte in Selbstfolge durch Drahtwürmer in Betracht gezogen werden, so daß das Bild des Rückganges bei beiden nicht allzu verschieden sein dürfte. Absolut ist die Weizenernte bei Brachefolge natürlich erheblich höher als bei Selbstfolge, wie es ja auch bei den Feldversuchen der Fall war, und selbstverständlich ist.

Die Roggenernte ist in dieser Brachefruchtfolge ebenfalls erheblich, von 1335 (höchste Zahl) auf 682, also auf 51,1% zurückgegangen, bei der Selbstfolge (in Summe beider Zylinder) von 3071 auf 1505, also auf 49%, in beiden Fällen also gleich stark und ebenso stark wie Weizen bei Selbstfolge. Es ginge daraus also hervor, daß die Brache im 3. Jahr keinen Einfluß mehr erkennen ließ, wenn vielleicht auch zu weitergehenden Schlüssen die Zahl der Beobachtungsjahre noch nicht ausreicht.

Bei Hafer ist der Rückgang wenig ausgeprägt, von 1308 auf 875, also aut 65,5%; eine Nachwirkung der Brache kann hierin jedoch natürlich nicht erkannt werden, da sich eine solche auch bei dem Roggen im Jahre vorher hätte zeigen müssen.

Noch eine Betrachtung soll dem Stickstoffumsatz gewidmet werden. Stickstoffbestimmungen wurden bis 1918 ausgeführt (Tab. 8). Man erkennt dort, daß vor allem bei dem auf Brache folgenden Weizen die Stickstoffaufnahme anfänglich hoch ist, später aber gewaltig zurückgeht und sich der von Roggen, von der sie erst sehr verschieden war, erheblich nähert. Auch bei

Hafer geht die anfänglich starke Stickstoffaufnahme zurück. Das zeigt weiter sehr deutlich, daß die Überlegenheit des direkt nach Brache folgenden Weizens über den sich anschließenden Roggen gerade in Hinsicht auf die Stickstoffausnutzung nur sehr gering ist und wahrscheinlich im Laufe der Zeit immer mehr schwinden wird.

Vergleicht man dagegen die bei Selbstfolge von Weizen und Roggen unter denselben Verhältnissen (oben Tab. 5) aufgenommenen Stickstoffmengen, die hier noch mitgeteilt seien (jeweils Mittel der beiden Zylinder), so erkennt man weiteres, daß tatsächlich Weizen nach Brache nur in der allerersten Zeit nach Anlegung der Brache erhebliche Stickstoffmengen mehr aus dem Boden zieht, gleichzeitig ein deutlicher Hinweis darauf, daß man mit der Beurteilung kurzfristiger Versuche sehr vorsichtig sein muß. Die nächste Versuchsreihe wird weitere Hinweise zu dieser Frage bringen.

Jahr	Weizen	Roggen
1908/11 . . .	18,10	15,75
1912/15 . . .	12,13	8,22

4. Versuche in Vegetationsgefäßen über die Stickstoffwirkung von Boden aus verschiedener Tiefe.

Der Zweck dieser Versuche war, soweit sich das aus den Aufzeichnungen erkennen läßt, ein Vergleich zwischen Ackerboden, der während des Winters gelüftet, während des Sommers bepflanzt wurde, mit dem gleichen ungelüfteten Boden. Diese Lüftung wurde so vorgenommen, daß der Boden während des Winters aus den Vegetationsgefäßen herausgenommen und auf Blechen in Haufen aufgeschüttet wurde. Da der Vergleichsversuch ohne Lüftung anscheinend nicht durchgeführt wurde (nur das 1. Jahr ist vorhanden), so kann darauf nicht eingegangen werden; die Versuche geben jedoch auch in dieser Gestalt einen interessanten Einblick in den Stickstoffhaushalt des Ackerbodens und verdienen daher eine eingehendere Besprechung.

Zu den Versuchen wurde der gleiche Boden des Versuchsfeldes benutzt; er wurde in 4 Schichttiefen zu den Versuchen genommen und zwar: 1. von 0—20 cm Tiefe, 2. von 21—40, 3. von 41—60, 4. von 61—80 cm Tiefe. Der Stickstoffgehalt

der Anfangsprobe, der natürlich mit zunehmender Tiefe sinkt, ist weiter unten S. 34 angegeben. Die Versuche wurden in Vegetationsgefäßen aus Zink, die 18 kg Boden faßten, durchgeführt; die Bodenoberfläche beträgt 524 qm. Zu dem Versuch wurden verschiedene Früchte verwendet; nur die eine Reihe mit Hafer ist genauer besprochen; auf die Ergebnisse mit den anderen Früchten soll aus Raumersparnis nicht weiter eingegangen werden; bei Senf, Buchweizen, Rüben, die später, von 1915 ab durch Sommer-Roggen ersetzt wurden, zeigte sich prinzipiell das gleiche, wie bei der Hafer-Selbstfolge. Nur die Stickstoffverhältnisse von Buchweizen sind unten kurz gestreift.

Die Gefäße erhielten niemals Stickstoff; sonst 1903 1 g K_2HPO_4, 1906 2 g Superphosphat und 1 g 40prozent. Kalisalz, 1908 ebenso, 1909 1 g K_2HPO_4, 1910 ebenso.

Die Erntezahlen finden sich für die einzelnen Jahre mitsamt den pro Gefäß aufgenommenen Stickstoffmengen in Tabelle 9. Die Erntezahlen stellen das Mittel aus je 4 Parallelen dar; doch ist die Angabe der wahrscheinlichen Schwankung unterblieben, da es uns ja nicht auf den Vergleich von Einzelergebnissen, sondern auf den Gesamtverlauf während der Versuchsjahre ankommt, die wahrscheinliche Schwankung das Bild nur unnötig kompliziert hätte. Die Stickstoffzahlen sind natürlich ebenfalls das Mittel von diesen je 4 Parallelen. Stickstoffbestimmungen wurden nur bis zum Jahre 1917 ausgeführt.

Die Einzelzahlen der Tabelle 9 sind weiterhin in Tabelle 10 wie früher zu 4jährigen Perioden zusammengefaßt. Hierbei wurde, um die Stickstoffernte der letzten Tetrade vollständig zu machen, die Zahl für 1918 geschätzt, ebenso die anzunehmenden Stickstoffernten für die Tetrade 1919—22, wegen des Vergleichs mit dem Bodenstickstoff (s. unten S. 34).

Betrachtet man zunächst die Einzelzahlen bei den einzelnen Bodentiefen, so erkennt man bei Tiefe I ein starkes Absinken der Ernte bereits im 2. Jahre, bis schließlich, etwa vom 8. Jahre (1910) an, eine gewisse Stabilität erreicht ist. Bei Tiefe II haben wir ähnliche Verhältnisse, aber ohne den schnellen Abfall bereits im 2. Jahre; weiterhin sinken auch hier die Ernten relativ sehr viel weniger als bei I, nämlich von 1903—06 zu 1911—14 auf $^1/_3$, bei II dagegen noch nicht auf $^2/_3$. Bei Tiefe III und IV endlich ist nur ein ganz geringfügiges Sinken zu bemerken. Das vor-

Tabelle 9.

Jahr	Selbstfolge Hafer, bei Bodentiefe							
	I, 0—20 cm		II, 21—40 cm		III, 41—60 cm		IV, 61—80 cm	
	Trocken-substanz g	Stick-stoff mg	Trocken-substanz g	Stick-stoff mg	Trocken-substanz g	Stick-stoff mg	Trocken-substanz g	Stick-stoff mg
1903	79,3	644	21,5	182	16,1	101	12,5	86
1904	44,2	360	26,6	220	21,6	161	17,4	125
1905	40,2	375	23,4	216	16,0	148	11,6	101
1906	41,6	318	22,1	181	12,1	101	8,9	68
1907	63,3	523	33,3	235	31,9	214	25,0	177
1908	30,3	266	22,8	176	15,1	120	11,3	82
1909	26,2	203	22,3	172	18,1	125	12,2	86
1910	18,0	193	12,1	113	11,5	99	8,0	75
1911	15,0	170	14,1	137	11,6	101	7,8	72
1912	13,9	190	13,9	125	12,3	124	9,9	89
1913	22,7	162	23,1	149	20,2	130	13,1	93
1914	15,5	154	13,2	164	9,5	108	9,9	87
1915	14,6	137	14,6	141	15,7	122	10,0	85
1916	20,0	157	20,8	161	15,8	116	14,5	112
1917	18,0	167	17,4	163	13,8	80	10,1	81
1918	16,9	—	15,3	—	13,4	—	9,4	—
1919	19,4	—	17,0	—	15,4	—	9,7	—
1920	16,8	—	15,2	—	15,0	—	11,0	—
1921	19,3	—	16,3	—	10,7	—	7,5	—
1922	22,4	—	22,5	—	14,2	—	13,3	—

Tabelle 10.

Desgleichen, zu je 4 Jahren zusammengefaßt.

1903/06	205,3	1697	93,6	799	65,8	511	50,4	380
1907/10	137,8	1185	90,5	696	76,6	558	56,5	420
1911/14	67,1	676	64,3	575	53,6	463	40,7	341
1915/18	69,3	616	68,1	620	58,7	424	44,0	371
1919/22	77,9	(600)	71,0	(600)	55,3	(400)	41,5	(350)
Gesamtsumme 1903/22	557,4	4774	387,5	3290	310,0	2356	233,1	1862

übergehende Steigen der Ernte in der 2. Tetrade gegen die erste bei Tiefe II bis IV ist auf die auffallend hohen Erträge des Jahres 1907 zurückzuführen, wofür eine Erklärung nicht gegeben werden kann. Ein ganz ähnliches Bild ergeben die Stickstoffzahlen. Die kleinen Schwankungen, wie sie sich öfter finden,

sollen unberücksichtigt bleiben, da es uns nur auf das Gesamtbild ankommt.

Die Folge der erwähnten Erscheinung des verschieden starken Sinkens der Ernte ist die, daß sich die absoluten Ernteerträge im Laufe der Zeit ganz erheblich einander nähern, wie man am besten aus der Übersicht in Tabelle 11 sieht, in der der jeweilige Ertrag von Tiefe I in den verschiedenen Tetraden gleich 100 gesetzt, die entsprechenden Zahlen in den verschiedenen Tiefen darauf bezogen sind. In der letzten Tetrade entfernen sich die Erträge der 3 tieferen Schichten wieder von denen der ersten; möglicherweise hängt das mit der starken Beanspruchung des Bodenstickstoffs in den Jahren vorher zusammen.

Tabelle 11.

	Tiefe			
Jahr	I	II	III	IV
1903/06	100	45	32	24
1907/10	100	66	56	41
1911/14	100	96	80	61
1915/18	100	98	85	63
1919/22	100	91	70	53

Es mögen nun noch die prozentische Abnahme der Ernten und des aufgenommenen Stickstoffs einander gegenübergestellt werden, wobei jedoch nur die Zahlen 1903—14, d. h. soweit Stickstoffanalysen vollständiger Tetraden vorliegen, berücksichtigt seien. Nach 1914 sind die Zahlen ja auch konstant geblieben, so daß das Bild sich bis 1922 nicht mehr geändert hätte. Der prozentische Wert 1911—14 gegen 1903—06 betrug

	bei Tiefe			
	I	II	III	IV
für Trockensubstanz	33	69	81	81
für Stickstoff	40	72	91	90

Aus dieser Übersicht geht besonders deutlich das verschieden starke Sinken von Ernte sowohl wie von Stickstoffaufnahme in den höheren und den tieferen Bodenschichten hervor. Es scheint hiernach fast, als ob das Sinken beim Stickstoff weniger intensiv verliefe als bei der Trockensubstanz; doch kann das Zufall sein, da gerade 1911—14 die Ernten verhältnismäßig hohen Stickstoffgehalt aufweisen, wie Tabelle 13 zeigt; irgend welche weitgehen-

den Schlüsse daraus scheinen mir, auch in Hinsicht auf die prozentischen Zahlen der Jahre 1915—17 in Tabelle 13 nicht zulässig.

Die geschilderte Erscheinung besagt nun, daß im Boden leichter mobilisierbare Stickstoffverbindungen vorhanden sind, nach deren Erschöpfung der Angriff auf die schwerer mobilisierbaren Stickstoffverbindungen erfolgt, der offenbar lange Zeit hindurch in gleichbleibender Intensität erfolgt. Diese schwer mobilisierbaren N-Verbindungen sind offenbar dieselben in den oberen und den tieferen Schichten. Dagegen zeichnen sich die oberste Schicht, die eigentliche Ackerkrume, durch einen absolut und auch wohl relativ sehr viel höheren Gehalt an leichter mobilisierbaren N-Verbindungen aus, worauf ja auch ihr praktischer Wert beruht.

Tabelle 12.

Jahr	Tiefe I	II	III	IV
1903/05	2,22	1,29	1,12	1,01
1906/08	1,90	1,19	1,24	1,08
1909/11	1,02	0,90	0,96	0,80
1912/14	0,94	0,96	1,10	0,96
1915/17	0,88	1,05	0,99	1,02

Einen weiteren Einblick geben die Zahlen der Stickstoffausnützung des Bodens, die in Tabelle 12 wiedergegeben sind. Sie sind so gewonnen, daß sie den Prozentgehalt des mobilisierten Stickstoffs bezogen auf den Stickstoffvorrat pro Topf und Jahr im Mittel von je 3 Jahren angeben, wobei natürlich stets die schon herausgezogene Stickstoffmenge von der ursprünglich vorhandenen abgezogen wurde. Die Gesamt-Stickstoffmenge pro Topf zu Versuchsbeginn betrug:

Bei Tiefe	I	II	III	IV	
	21 130	16 960	12 280	10 370	mg Stickstoff

Diese Zahlen erläutern also weiter das vorhin Gesagte. Sie zeigen ebenfalls die leichte Mobilisierbarkeit der Stickstoffverbindungen der obersten Schicht und zeigen auch besonders deutlich, daß diese nicht nur absolut sondern auch relativ ist. In den tieferen Schichten dagegen ist von einer solchen Abnahme nichts oder zum Teil nur ganz andeutungsweise zu merken. Verglichen mit der Oberschicht kann man sogar eine Tendenz der

tieferen Schichten zu einem stärkeren relativen Abbau in den letzten Jahren erkennen, was natürlich mit ein Grund dafür wäre, daß sich, wie erwähnt die Ernten der verschiedenen Bodentiefen allmählich einander nähern.

Die größere anfängliche Mobilisation in der obersten Bodenschicht I ist nun noch nicht so weit gegangen, daß nunmehr diese und beispielsweise die unterste Schicht IV gleichen Stickstoffgehalt besäßen, da in I 1922 noch 16356 mg Stickstoff vorhanden sein mußten, in IV dagegen 8508, also fast nur die Hälfte. Das Verhältnis ist von dem ursprünglichen nicht wesentlich verschieden, hat sich aber etwas genähert; die Ernten dagegen sind, wie erwähnt einander ganz erheblich näher gerückt.

Es wird auf Gesichtspunkte, die damit zusammenhängen, gleich noch zurückzukommen sein.

Einstweilen kann jedenfalls folgendes festgestellt werden: sobald ein Boden an den leicht mobilisierbaren Stickstoffverbindungen verarmt ist, werden bei weiterer Mobilisation die schwerer löslichen Stickstoffverbindungen angegriffeu. Da nun hierbei, wie wir aus der Ernährungsphysiologie der niederen Organismen wissen, die Freimachung von Ammoniak gewissermaßen zwangsmäßig dadurch erfolgt, daß die betreffenden Verbindungen von den Mikroorganismen zur Deckung ihres Kohlenstoffbedarfes zerstört werden, so wird uns nunmehr leicht erklärlich, daß beim Vorhandensein von nur schwer angreifbaren Verbindungen deren absolute Menge im Boden keine so große Rolle spielt in Hinsicht auf die Mineralisation des Stickstoffs. Denn wir müssen uns die Sachlage doch wohl so vorstellen, daß zunächst die äußeren Verhältnisse, wie Durchlüftung, Wassergehalt, Temperatur die Lebensintensität des vorhandenen Stammes von Bakterien bestimmen, was sich nun weiterhin in einer nicht allzusehr verschiedenen Inangriffnahme der Kohlenstoffverbindungen (und demgemäß Stickstoffmineralisation) bemerkbar macht. Dadurch wird einmal erklärlich, daß z. B. bei der tiefsten Bodenschicht Ernten und Stickstoffaufnahme während der 20 Jahre der Versuchsdauer nahezu gleich geblieben sind und daß sich weiter oberste und tiefste Schicht nach der Erschöpfung des leicht mobilisierbaren Stickstoffs nicht mehr allzusehr voneinander unterscheiden. Wir haben sogar, wie erwähnt, Andeutungen dafür gefunden, daß bei einem geringeren Gehalt an Bodenstickstoff die Mineralisation, d. h. eben

auch die Inangriffnahme der Kohlenstoffverbindungen relativ stärker ist.

Eine weitere Übersichttabelle soll zeigen, wie sich der prozentische Stickstoffgehalt im Laufe der Zeit ändert:

Tabelle 13.

Prozent Stickstoff in der Gesamt-Ernte

Jahr	Tiefe I	II	III	IV
1903/06 . . .	0,83	0,85	0,78	0,75
1907/10 . . .	0,85	0,77	0,73	0,76
1911/14 . . .	1,01	0,89	0,86	0,84
1915/17 . . .	0,87	0,88	0,70	0,80

Irgend eine Regelmäßigkeit läßt sich aus diesen Zahlen nicht erkennen, daher jede weitere Bemerkung dazu unterbleiben kann.

Endlich sei noch das Verhältnis Korn/Stroh mitgeteilt, indem wiederum die Angabe der Einzelzahlen unterblieben ist und nur die 4jährige Zusammenfassung mitgeteilt wird (Tab. 14).

Tabelle 14.

Stroh auf 100 Korn

Jahr	Tiefe I	II	II	IV
1903/06 . . .	128	151	170	176
1907/10 . . .	135	147	146	151
1911/14 . . .	222	186	224	212
1815/18 . . .	236	291	271	261
1919/22 . . .	209	240	237	261

Man sieht, wie sich zunächst in der 2. Tetrade eine Tendenz zur Erhöhung des Kornanteils bemerkbar macht, wie wir es bei den Feldversuchen mit dauerndem Weizen- und Roggenbau gesehen hatten, während später sich das Verhältnis sehr stark zu ungunsten des Kornanteils verschiebt. Es mag darauf hingewiesen werden, daß auch bei den Feldversuchen sich in einem Falle schließlich ein starkes Sinken des Kornanteils herausgestellt hatte; doch müssen dort erst weitere Jahre zeigen, ob diese Erscheinung anhalten bezw. sich steigern wird. Eine Erklärung hierfür zu geben, scheint nicht möglich. Verfechter der Kohlensäure-Theorie könnten meinen, daß die Abnahme der Kohlensäure-Produktion in dem Boden daran Schuld sei. Das ist aber nicht möglich, da sonst bei den tieferen Bodenschichten eine solche Abnahme auch

in der 2. Tetrade zu erwarten gewesen wäre. Allerdings könnte hier eingewendet werden, daß nach Ausweis der Tabelle 10 bei Tiefe III und IV die Stickstoffaufnahme in der 2. Tetrade gegenüber der ersten noch gestiegen ist, was auf eine vermehrte Mobilisation der Kohlenstoffverbindungen im Sinne der obigen Ausführungen hinweisen würde. Aber es ist klar, daß es sich hierbei nur um ganz geringfügige Mengen handeln könnte, die niemals derartig ins Gewicht fallen können. Man berücksichtige auch, daß z. B. mit einer starken mineralischen Düngung in reinem Quarzsand das Verhältnis 152 war.[1]) Man erkennt dann, daß die Ursachen hier ganz andere sind, möglicherweise eine nicht mehr ausreichende Kaliversorgung oder dergleichen; auch das läßt sich nicht mehr entscheiden.

Von besonderem Interesse bei diesen Versuchen war natürlich noch die Stickstoffbilanz des Bodens selbst. Diese enthielten nach Angaben der Aufzeichnungen in 100 g trockener Erde:

	Milligramm N Tiefe			
	I	II	III	IV
1903 bei Versuchsbeginn . . .	0,132	0,115	0,083	0,070
1905 Oktober	0,119	0,105	0,078	0,066
(1922 nach Abbruch des Versuches	0,119	—	—	0,077)

Leider ergab die Analyse nach Abbruch des Versuches 1922 ein Ergebnis, das keine Verwertung dieser Zahlen gestattet. Wie man aus obiger Übersicht sieht, wurden bei Tiefe I noch 0,119% Gesamtstickstoff gefunden, während nach der durch die Ernte erfolgten Stickstoffabnahme nur mehr 0,104% hätten gefunden werden dürfen. Noch krasser zeigt sich das bei Tiefe IV, wo noch 0,077% gefunden wurden, also mehr als zu Beginn, während nur mehr 0,058% darin enthalten sein dürften. Diese Analyse hat liebenswürdigerweise Herr Prof. Blanck im Agrikulturchemischen Institut nachgeprüft und 0,074% gefunden. Woher das kommt, kann ich nicht erklären. Die Probenahme wurde sorgfältig ausgeführt: Jedes Gefäß der je 4 Parzellen wurde gesondert ausgeschüttet, durchgemischt, etwa 200 g als Probe entnommen; die 4 Proben wurden dann vereinigt. Es ist natürlich

[1]) Z. B. Th. Pfeiffer und A. Rippel, Über die Wirkung des Natrons neben dem Kali als Nährstoff der Pflanzen. Journal f. Landw. 1920, S. 273, Topf 69/72.

ausgeschlossen, daß eine derartige Stickstoffbindung stattgefunden habe. Die von KOCH nach 3jähriger Versuchsdauer ausgeführten Bestimmungen zeigen ja auch eine Stickstoffabnahme, die der Stickstoffentnahme entspricht, sogar noch etwas tiefer liegt.

Es ist also nicht möglich, hierzu noch etwas weiteres zu bemerken; die Zahlen sind nur der Vollständigkeit halber mitgeteilt.

Wie schon oben erwähnt, wurde derselbe Versuch noch mit anderen Früchten durchgeführt, ohne daß dabei etwas neues hinzukäme. Nur auf eine Beobachtung möchte ich noch hinweisen: Eine Reihe, bei der 1903—1914 Buchweizen, 1910 in 2 Ernten, 1911—1913 mit einer 2. Ernte in Gestalt von Kohl oder Spinat gebaut war, ergab gegenüber der Haferreihe einen gewissen Unterschied, der aus Tabelle 15 zu erkennen ist.

Tabelle 15.

Jahr	Tiefe I		Tiefe II		Tiefe III		Tiefe IV	
	Hafer	Buchweizen	Hafer	Buchweizen	Hafer	Buchweizen	Hafer	Buchweizen
1903/06	1697	1965	799	1134	511	752	380	592
1907/10	982	752	696	667	558	475	420	372
1911/14	676	647	575	628	463	452	341	350
1915/17	461	389	465	471	318	377	278	346

Stickstoff pro Gefäß in Milligramm (Summe).

Betrachtet man die erste Tetrade 1903—06, so sind die durch Buchweizen dem Boden entzogenen Stickstoffmengen in allen Bodentiefen höher als die vom Hafer entnommenen. In der zweiten Tetrade 1907—10 ist es in allen Fällen umgekehrt, später verschieden. Eines geht jedenfalls wohl daraus hervor: Wenn eine Pflanze mehr Stickstoff dem Boden entzieht als eine andere, so tritt offenbar eine gewisse Erschöpfung ein, die sich dann später bemerkbar macht. Die Pflanze kann also, wie ja auch selbstverständlich sein dürfte, keine Stickstoffverbindungen aufschließen, sondern ist gänzlich auf den durch Mikroorganismen mobilisierten Stickstoff angewiesen. Dementsprechend ist auch das Bild des Ernterückgang ein anderes. Während z. B. bei Hafer, Tiefe III die Ernte von der ersten zur zweiten Tetrade von 65,8 auf 76,6 g gestiegen sind, sind sie bei Buchweizen von

77,0 auf 49,6 gefallen, was als Ergänzung dazu mitgeteilt sei. Das Gesamtbild jedoch, wie wir es oben für Hafer kennen gelernt haben, bleibt im übrigen dasselbe, wie man ohne weiteres aus Tabelle 15 entnehmen kann. Es kann sich höchstens um eine zeitliche Verschiebung handeln.

5. Einfluß von Zucker, Zellulose und Stroh auf den Stickstoffhaushalt des Bodens.

Die hier mitzuteilenden Versuche sind zum Teil die Fortsetzung der von Alfred Koch[1]) bereits für die ersten Jahre mitgeteilten bekannten Versuche über eine Stickstoffbindung mit Hilfe von zugesetztem Energiematerial wie Zucker. Bezüglich weiterer Angaben sei auf die beiden Arbeiten verwiesen.

Zuckerversuche: Zunächst die in der zweiten Arbeit als Nr. 31—40 und 71—80 bezeichneten. Auch hier sind keine Einzelzahlen mitgeteilt, sondern 3jährige Zusammenfassungen wiedergegeben, jeweils die Menge Trockensubstanz und darunter Milligramm Stickstoff für 1 Gefäß. 1909 kommt zu den von Koch veröffentlichten Zahlen noch eine 2. Ernte (Buchweizen) hinzu, 1910 wurde Senf + Buchweizen gebaut, 1911—22 in 3jährigem Turnus Rüben, Buchweizen (1912 + Kohl, 1915 + Steckrüben), Hafer (von 1916 an Sommerroggen).

Die Erntezahlen zeigen, auch unter Berücksichtigung der nicht mitgeteilten Einzelzahlen, daß die durch den Zucker erzielte Mehrproduktion von 1914 an aufgehört hat. Die Stickstoffbindung infolge des Zuckerzusatzes hat also nach 9 Jahren noch nachgewirkt, hat dann aber ihr Ende erreicht. Der Mehrertrag ist bei Dextrose und Rohrzucker nahezu gleich; bei der doppelten Rohrzuckermenge beträgt er auch fast das Doppelte des Mittels aus einfach Dextrose und Rohrzucker, wie man aus Tabelle 16 ohne weiteres ersehen kann.

Was die Stickstoffbilanz der Ernte betrifft, so ist sie in derselben Tabelle 16 wiedergegeben. Das Bild ist ähnlich wie bei der Trockensubstanzernte; doch scheint die Stickstoffausnutzung

---

[1]) A. Koch, I. Die Stickstoffanreicherung des Bodens durch freilebende Bakterien und ihre Bedeutung für die Pflanzenernährung. Journal für Landwirtschaft 1907, S. 355. II. Weitere Untersuchungen über Stickstoffanreicherung des Bodens durch freilebende Bakterien. Ebenda 1909, S. 269.

Tabelle 16.

Jahr	Topf 31—35 ohne	Topf 36—40 360 g Dextrose	Topf 71—75 360 g Rohrzucker	Topf 76—80 720 g Rohrzucker
	Gramm Trockensubstanz pro Gefäß und 3 Jahre.			
1905/07	91,3	111,6	113,2	157,6
1908/10	51,2	78,5	77,6	91,8
1911/13	76,1	79,8	85,6	89,9
1914/16	63,6	65,9	68,6	67,4
1917/19	73,0	80,9	75,6	69,6
1920/22	65,3	64,0	72,6	66,3
Zusammen	420,5	480,7	492,2	542,6
Mehr gegen ohne		60,2	72,7	122,1
	Milligramm Stickstoff pro Gefäß und 3 Jahre.			
1905/07	765	984	982	1476
1908/10	519	785	808	883
1911/13	616	634	670	739
1914/16	463	513	540	548
Zusammen	2363	2916	3000	3640
Mehr gegen Ohne		553	637	1283

länger anzudauern als sich das in einem Mehrertrag bemerkbar macht (von 1917 an wurden leider keine Stickstoffbestimmungen mehr ausgeführt). Der Grund hierfür wird gleich zu erwähnen sein.

Stellt man aus den Zahlen der Tabelle 16 die pro 1 g verbrauchten Zucker den Pflanzen gelieferte Stickstoffmenge fest, so ergibt sich bis 1916 bei 720 g Rohrzucker 1,78 mg Stickstoff auf 1 g verbrauchten Rohrzucker, also eine verhältnismäßig geringe Menge.

Ein etwas anderes Bild ergibt die Stickstoffbilanz des Bodens. Die Erde war zunächst (KOCH, I, S. 374) Frühjahr 1905 im Freien auf Blech aufgelegt bei wenig über 0° C., nachdem vorher der Zucker zugesetzt war. Bei diesem Aufenthalt im Freien stellte sich ein Stickstoffverlust ein (siehe Tab. 17). Darauf wurde sie

Tabelle 17.

Milligramm Stickstoff in 100 g trockener Erde.

	31—35	36—40	71—75	76—80
Frühjahr 1905, nach Aufenthalt im Freien	95	98	88	80
„ „ „ nach weiteren 10 Tagen bei 20° C.	94	99	95	109
Frühjahr 1906	93	105	105	119

10 Tage in ein Zimmer von 20° C. gebracht, worauf Stickstoffbindung eintrat, welche diesen Verlust ausglich und bei 720 g Rohrzucker sogar zu einer erheblich über dem Anfangsgehalt liegenden Stickstoffmenge führte, die sich nach einem Jahr noch weiter vermehrt hatte. (Tab. S. 407.)

Danach würden also pro Topf bei 720 g Rohrzucker, bei Berücksichtigung des anfänglichen Verlustes, pro Topf (mit 18000 g Erde) 7020 mg Stickstoff gebunden worden sein oder pro 1 g Zucker 9,75 mg, also eine für Azotobacter normale Zahl.

Unter diesen Umständen könnte also nur angenommen werden, daß entweder der ursprünglich gebundene Stickstoff wieder größtenteils in Verlust geraten wäre oder im Boden so festgelegt wurde, daß er in schwer mobilisierbaren Zustand überging. Bei Abbruch des Versuches 1923 wurden daher ebenfalls Probe der Erde genommen und deren Stickstoffgehalt bestimmt. Es ergab sich jedoch dieselbe Unsicherheit wie bei dem Hafer-Selbstfolge-Versuch, weshalb auf weitere Deutung und Wiedergabe verzichtet werden muß. Doch zeigt Topf 76/80 höheren Gehalt wie 31/35, so daß, unter Vorbehalt, vermutet werden kann, daß ein Teil des gebundenen Stickstoffs in schwer mobilisierbaren Zustand übergegangen ist.

Die übrigen, hier noch mitzuteilenden, von Koch bereits in ihren ersten Ergebnissen ebenfalls schon besprochenen Versuche ergaben ähnliches. Auch hier sind wieder die zu 3jährigen Perioden zusammengefaßten Zahlen mitgeteilt (Tab. 18). Nr. 101 bis 120 und 141—150 waren insofern anders behandelt, als 1905, bei Versuchsbeginn der Zucker in Lösung zu dem in der Erde stehenden Hafer hinzugegeben wurde (100 bezw. 200 g pro Gefäß); Bepflanzung wie oben. 159—167 endlich erhielten pro Topf 320 g Zucker; die Erde stand dann Dezember 1905 im Brutzimmer bei 20° C. und wurde im Frühjahr 1906 bepflanzt.

Mehrertrag und Stickstoffbindung in den Gefäßen der oberen Tabellenhälfte halten sich in mäßigen Grenzen; einmal war ja die Zuckergabe mit 200 g pro Topf gegenüber dem vorherigen Versuch gering; bereits mit dem Jahre 1909 (bei Berücksichtigung der nicht mitgeteilten Einzelzahlen), also nach 4 Jahren, ist der Mehrertrag zu Ende. Auch hier geht jedoch, wie sich aus den Einzelzahlen ergibt, das Mehr an Stickstoffaufnahme bei den 200 Zuckertöpfen noch etwas weiter; man sieht das in der Tabelle daran,

Tabelle 18.

Jahr	Gramm Trockensubstanz Hafer: Nr. 101—110 ohne Zucker	Nr. 111—120 100 g Zucker	Nr. 141—145 200 g Zucker	Milligramm Stickstoff pro Gefäß: Nr. 101—110	Nr. 111—120	Nr. 141—150
1906/08	71,1	95,0	131,5	646	863	1272
1909/11	74,8	73,9	81,2	649	653	877
1912/14	65,2	67,9	61,9	479	490	386
1915/17	63,0	66,2	70,4	270	280	273
1918/20	66,1	68,5	66,2	(Die letzten Zahlen nur		
1921/22	33,5	34,4	33,1	für 1915/16).		
Zusammen	373,7	405,9	444,3	2044	2286	2808
Mehr gegen ohne . .		32,2	70,6	—	242	764

Jahr	Nr. 163—167 ohne Zucker	Nr. 159—162 320 g Zucker	Nr. 163—167	Nr. 159—162
1906/08	60,4	142,3	503	1265
1909/11	84,8	121,7	682	953
1912/14	69,4	90,5	476	709
1915/17	71,8	83,0	292	327
1918/20	60,8	71,0	(Letzte Zahlen wie oben).	
1921/22	35,7	32,8		
Zusammen	382,9	541,3	1955	3254
Mehr gegen ohne		158,4	—	1299

daß in der zweiten Triade das Mehr an Stickstoff relativ viel mehr beträgt als das an Trockensubstanz. In der dritten Triade folgt allerdings darauf ein Abfall, der allerdings weniger groß ist als das vorherige Mehr.

Pro 1 g verbrauchten Rohrzucker würden hier den Pflanzen 2,42 bezw. 3,82 mg Stickstoff geliefert sein.

Bei der in Tabelle 18 unten aufgeführten Versuchsreihe ist der durch die 360 g Zucker erzielte Mehrertrag sehr erheblich, nämlich 158,4 g gegen 72,7 g bei dem Versuch in Tabelle 17. Auch scheint hier eine noch längere Nachwirkung stattgefunden zu haben als dort, nämlich bis 1920 gegen 1914 dort (wobei aber zu berücksichtigen ist, daß dieser Versuch 1 Jahr früher angesetzt wurde). Auch die Mehrausnutzung an Stickstoff ist hier erheblicher; bis 1916 (von 1917 an wurden keine Stickstoffbestimmungen mehr ausgeführt) 1299 mg gegen 637 mg dort. Pro 1 g Rohrzucker waren also den Pflanzen 4,08 mg Stickstoff geliefert

worden, ein recht günstiges Ergebnis. Man muß wohl annehmen, daß diese besonders günstige Wirkung hier daher kommt, daß hier der bei jenem Versuch ja anfänglich während der Aufbewahrung bei niederer Temperatur eingetretene Stickstoffverlust fortgefallen ist, weil die Erde sofort nach Zuckerzusatz in das Brutzimmer kam; deshalb eben eine längere Nachwirkung und eine absolut höhere Belieferung der Pflanzen mit Stickstoff.

Über die Stickstoffbilanz des Bodens sei, unter Bezug auf das oben Gesagte, nur mitgeteilt, daß in dem Boden ohne Zucker 95 mg, in dem mit Zucker behandelten zu Versuchsbeginn 115 mg Zucker pro 100 g trockenem Boden festgestellt wurden; auch hier wäre also ein großer Teil des gebundenen Luftstickstoffs noch in schwer mobilisierbarer Form vorhanden.

Zuckerzusatz zu Sand: Koch hat II, S. 277 auch die ersten Ergebnisse dieses Versuches bereits mitgeteilt. Auf 18000 g Sand kamen 360 g Rohrzucker; Vorbehandlung im Brutzimmer. Die Versuche sind nur bis 1911 durchgeführt, so daß aber immerhin zu den früheren Zahlen noch die beiden Jahre 1910 und 1911 kommen, also eine eventuelle Nachwirkung noch geprüft werden kann. Tabelle 19 zeigt die Zahlen sämtlicher Versuchsjahre.

Tabelle 19.

Jahr	Trockensubstanz pro Gefäß in Gramm		Stickstoffaufnahme pro Gefäß in Milligramm	
	Ohne Zucker	Mit Zucker	Ohne Zucker	Mit Zucker
1907 . . .	10,5	4,3	nicht bestimmt	
1908 . . .	5,9	0,5	„	„
1909 . . .	4,7	19,6	16	94
1910 . . .	5,3	6,6	nicht bestimmt	
1911 . . .	5,6	6,1	15	17
Zusammen	32,0	37,1	—	—

Wie man sieht, ist der eigentliche Mehrertrag mit dem einen Jahre 1909, dem 3. Jahre des Versuches schon sozusagen zu Ende; später kann man von einem eigentlichen Mehrertrag kaum mehr reden. Zur Bestimmung des Bodenstickstoffs sei nochmals erwähnt, daß Koch in 100 g trockenen Sand ohne Zucker 8,0, mit Zucker 15,2 mg Stickstoff fand, also eine erhebliche Stickstoffbindung. Man müßte danach annehmen, daß der gebundene Luftstickstoff in dem stickstoffarmen Sand intensiv festgelegt wurde und zum größten Teil nicht zur Wirkung kommen konnte.

Zellulose-Zusatz zu Boden: Schließlich seien noch Versuche erwähnt, bei denen KOCH die Wirkung eines Zusatzes von Zellulose (Papier) in Hinsicht auf eine etwaige Stickstoffbindung prüfte. Das Bodenmaterial konnte ich leider nicht mehr feststellen; doch handelt es sich anscheinend um die gleiche Erde des Versuchsfeldes. Hierbei erhielten weitere Parallelen einen Zusatz von Mistauszug, um auf diese Weise genügend Zellulosezersetzer in den Boden hineinzubringen. Die Zahlen, wieder zu je 3 Jahren zusammengefaßt, finden sich in Tabelle 20.

Tabelle 20.

Jahr	normal	+ 120 g Papier	+ Papier + Mistauszug	Mistauszug allein
1911/13 . .	68,3	12,8	17,9	67,0
1914/16 . .	60,0	81,7	87,3	62,8
1917/19 . .	66,0	77,4	82,8	69,9
1920/21 . .	65,2	71,1	72,8	67,0
Zusammen	259,5	243,0	260,8	266,7

Irgend ein Hinweis auf eine Stickstoffbindung ist also hier nirgends zu erblicken; der Ertrag ist in den Fällen mit Papier zum Teil (ohne Mistauszug) etwas niedriger als ohne Papier, zum Teil (mit Mistauszug) ungefähr gleich. Das Emporschnellen der Ernte nach den ersten Jahren ist auf die bekannte Mobilisation des ursprünglich festgelegten Stickstoffs zurückzuführen.

Stickstoffbestimmungen in der Erde fehlen; natürlich ist noch durchaus die Möglichkeit vorhanden, daß Stickstoff bei diesem Papierzusatz gebunden, aber dieser so festgelegt wurde, daß er von unmerklicher Wirkung war, wie wir es oben für einen Teil des bei Zuckerzusatz gebundenen Stickstoffs annehmen mußten.

Weiterhin sei noch erwähnt, daß auch Versuche in den gleichen Gefäßen mit Zusatz von 60 g Stroh und 100 g Rapsschotenmehl pro Gefäß keine Ertragsteigerung zeigten, im ersten Falle von 1912—1921 ohne Zusatz 1271,6 g, mit 60 g Stroh 1181,9 g. Im zweiten von 1910—1921 ohne 1651,7 g, mit 100 g Rapsschotenmehl 1673,2 g. Diese letzte geringe Ertragssteigerung kommt natürlich nur auf Konto des in dem Rapsschotenmehl enthaltenen Stickstoffs.

Es sei schließlich noch darauf hingewiesen, daß KOCH bei Strohzusatz zu Boden (I, S. 373, 406) zunächst auch analytisch keine Stickstoffbindung feststellen konnte, wenn er das auch für

wahrscheinlich hielt, später aber erhebliche Stickstoffbindung feststellen konnte (vgl. unten diese Seite).

6. Einige zusammenfassende Betrachtungen.

Dieser Mitteilung über einige Versuche aus dem Nachlaß von Alfred Koch seien noch einige zusammenfassende Betrachtungen angeschlossen, die aber, auch mit Rücksicht auf eine gewisse Lückenhaftigkeit des Materials, möglichst kurz gehalten seien. Immerhin wird man doch einige wesentliche Ergänzungen zu schon Bekanntem und einige weitere Anregungen als allgemeiner wichtig hervorheben dürfen.

Wir können hier von der ja bekannten Tatsache, die auch durch diese Versuche wieder erhärtet wurde, ausgehen, daß eine wesentliche Stickstoffbindung im Boden nur dann festzustellen ist, wenn diesem leicht assimilierbare Kohlenstoffverbindungen (Zucker) zugeführt werden. Für die Praxis ist ein solches Verfahren natürlich nicht brauchbar; hier könnten nur die Bestandteile der pflanzlichen Zellwände (Zellulose vor allem) in Betracht kommen. Für diese wurde, nachdem Pringsheim[1]) eine kräftige Stickstoffbindung in Misch-Reinkulturen von Zellulosezersetzern der Methan- und Wasserstoffgärung und Azotobakter bezw. einer N-bindenden Clostridiumform festgestellt hatte, auch von Koch[2]) die Eignung zur Stickstoffbindung in Erde gezeigt, vornehmlich wenn Zellulosezersetzer aus Stallmist zugegeben wurden. Diese Feststellung ist wohl auch die Ursache zur Inangriffnahme der oben beschriebenen Versuche geworden.

Weshalb dabei keine Stickstoffbindung festgestellt werden konnte, kann nicht gesagt werden, aber sicher liegen die Verhältnisse komplziert, worauf schon Koch (S. 6) aufmerksam gemacht hat.

Die theoretische Möglichkeit besteht also, doch ist der praktische Erfolg noch nicht nachgewiesen. Immerhin ist dabei noch zu

---

[1]) H. Pringsheim, Über die Verwendung von Zellulose als Energiequelle zur Assimilation des Luftstickstoffs. Zentralbl. für Bakteriologie II, 23, S. 300, 1909. — Ders., Weiteres über die Verwendung von Zellulose als Energiequelle zur Assimilation des Luftstickstoffs. Ebenda 26, S. 222, 1910.

[2]) A. Koch, Über Luftstickstoffbindung im Boden mit Hilfe von Zellulose als Energiematerial. Zentralbl. für Bakteriologie II, 27, S. 1, 1910.

beachten, daß, wenn auch unter natürlichen Verhältnissen eine starke momentan in Erscheinung tretende Stickstoffbindung bei Zellulose nicht einsetzt, doch vielleicht mit geringeren Mengen gerechnet werden könnte; diese müßten sich dann mit der Zeit dadurch bemerkbar machen, daß sie mit zur Aufrechterhaltung des Stickstoffvorrates im Boden beitragen.

Man beachte auch, daß die zur Bindung größerer Stickstoffmengen notwendigen Zellulosemengen wohl sehr groß sein müssen, um zur Wirkung zu kommen. Wenn KOCH z. B. in Erde bei Zusatz von Zellulosezersetzern aus Stallmist eine Stickstoffbindung von rund 10 mg Stickstoff auf 1 g verbrauchte Zellulose fand, also eine auch für Zucker als Energiequelle normale Zahl, so wäre zur Bindung von 50 kg Stickstoff pro Jahr und Hektar 5000 kg Zellulose nötig, eine reichlich hohe Zahl, die praktisch unmöglich wäre und wohl im Boden unter natürlichen Verhältnissen auch kaum verarbeitet werden könnte (wobei von der Stickstoffestlegung noch abgesehen sei).

Auf alle Fälle kann also gesagt werden, daß unter natürlichen Verhältnissen eine Stickstoffbindung mit Hilfe von Zellulose als Energiematerial nicht so groß ist, daß etwa bei dauerndem Roggenbau die Membranen der zurückbleibenden Wurzeln und Stoppeln so viel leisten könnten, daß eine für bessere Ernten ausreichende Menge Stickstoff gebunden würde.

Wir wenden uns nunmehr diesen Versuchen zu. Hierbei ist noch eine Vorfrage zu erledigen. Es muß zugegeben werden, daß für eine ganz strenge Entscheidung in dieser Frage Phosphorsäure und Kalium vielleicht nicht genügend berücksichtigt wurden, der Stickstoffumsatz also nicht rein hervortreten konnte. Denn wenn auch der Boden anfänglich z. B. nicht auf Phosphorsäure reagierte, könnte das doch im Laufe der Zeit eingetreten sein. Die an anderer Stelle mitgeteilten Bracheversuche (vgl. auch unten S. 51) zeigen jedoch, daß diese nicht in wesentlichem Maße in Frage kommen konnte, da sich allmählich eine Überlegenheit der Kleefruchtfolge über die Brachefruchtfolge zeigte, während doch bei Klee als Vorfrucht in 4jähriger Fruchtfolge 1 Jahr Phosphorsäure dem Boden mehr entzogen wird als bei Brache als Vorfrucht (auch bei den auf Weizen folgenden Roggen und Hafer, die unten nicht mitgeteilt sind). Es muß also auch hier dem Stickstoff die wichtigste Rolle zuerkannt werden.

Einen weiteren Hinweis bringen die Zuckerversuche (es handelt sich ja immer um denselben Boden): Von den 3 Jahren 1905—07 auf 1908—10 sank die Ernte von 91,3 auf 51,2 g, obwohl pro Topf 1908 1 g 40prozent. Kalisalz und 2 g Superphosphat, 1909 und 1910 je 1 g Dikaliumphosphat gegeben waren. Später wurde keine Phosphorsäure mehr gegeben; die Ernte sank aber nicht weiter, ist vielmehr noch wieder etwas gestiegen. Wenn weiter schließlich die Töpfe ohne und mit Zucker gleiche Erträge ergaben, so wäre das nicht möglich bei Verarmung an P und K, da sonst die Zuckertöpfe mit ihrer vorher höheren Produktion und also auch vermehrter K- und P-Aufnahme erheblich weniger hätten produzieren müssen als die ohne Zucker.

Es sei weiter darauf hingewiesen, daß bei dem Haferselbstfolgeversuch Tabelle 13 der Prozentgehalt der Ernte an Stickstoff bei allen Bodentiefen und in allen Perioden nahezu der gleiche ist, woraus hervorgeht, daß nur der Stickstoff die absolute Höhe der Ernte bestimmt hat. Auch die S. 38 erwähnte Tatsache, wonach eine vermehrte N-Aufnahme in einer Periode eine verminderte in der nächsten, zur Folge hat, zeigt dasselbe.

Endlich sei noch auf die von Pfeiffer[1]) S. 23 gemachten Ausführungen hingewiesen, wonach bei den bekannten Rothamsteder Versuchen die ohne Stickstoff aber mit Kalium und Phosphorsäure gedüngte Parzelle zwar zunächst ein Übergewicht über die ohne jede Düngung verbliebene Parzelle hatte, das aber im Laufe der Zeit immer mehr schwindet, was Pfeiffer auf das Schwinden des Stickstoffvorrates im Boden zurückführt. Auch bei den Versuchen mit dauerndem Roggenbau in Halle (siehe unten) zeigen die ohne jede Düngung verbliebene Parzelle nach 20 Jahren fast denselben Ertrag wie die ohne Stickstoff aber mit Kalium und Phosphorsäure gedüngte.

Diese Hinweise waren notwendig, um sagen zu können, daß wir wohl berechtigt sind, alle vorliegenden Erscheinungen unter dem Gesichtspunkt des Stickstoffumsatzes im Boden zu betrachten.

Wir haben nun zunächst zu den Versuchen Stellung zu nehmen, in denen angeblich kein Sinken der Ernte bei dauerndem Anbau einer Pflanzenart zu beobachten war. In den Rothamsteder Versuchen[2]) sinken die Ernten; ebenso kann die Kühnsche

[1]) zit. S. 48. — [2]) K. Bieler, Die Rothamsteder Versuche nach dem Stande des Jahres 1894. Berlin, Verlag Paul Parey, 1896.

ursprüngliche Deutung einer Stickstoffsammlung nicht mehr aufrecht erhalten werden (vgl. EHRENBERG[1]) S. 262). Beide dagegen stimmen mit den hier gemachten Beobachtungen überein. PFEIFFER[2]) sagt S. 20 im Anschluß daran: „In Wirklichkeit findet allerdings ein durchschnittlich gleichmäßiger Kapitalverbrauch nicht statt. Anfangs werden die leichter zugänglichen Stickstoffverbindungen stärker angegriffen, bis sich allmählich eine gewisse Konstanz einstellt. Hierfür sprechen auch die in Rothamsted gesammelten Erfahrungen, die z. B. in folgenden Worten zum Ausdruck gelangen: ‚Das Abnehmen der Erträge auf den ungedüngten Parzellen war kein stetiges, sondern, nachdem die Erträge sozusagen auf ein Minimum gesunken waren, blieben sie auf demselben stehen'." Das ist gerade das, was wir bei den Selbstfolgeversuchen mit Hafer in Vegetationsgefäßen (S. 34 ff.) festgestellt hatten.

Bei den Rothamsteder Versuchen sinken also die Ernten von Anfang an, bei den Hallenser[3]) steigen sie anfänglich, wie folgende Übersicht zeigt:

1879	1894/98 kg pro Hektar
4310	5888 ungedüngt
4290	6239 N-frei gedüngt.

Die Versuche fallen also völlig in den Rahmen der oben von dem Göttinger Versuchsfeld mitgeteilten, wo die Steigerung bei Roggen betrug:

1903/06	7180
1911/14	8400

Nur ist in Halle die Zeit etwas länger wie in Göttingen, nämlich fast 20 Jahre, während welcher noch kein Sinken zu beobachten war.

Aber das alles ist für die vorliegende Frage unwesentlich. Es wird natürlich zu erwarten sein, daß je nach der Bodenart

---

[1]) P. EHRENBERG, Düngerlehre. Neubearbeitung von Ad. MAYER, Düngerlehre. Heidelberg.

[2]) Th. PFEIFFER, Stickstoffsammelnde Bakterien, Brache und Raubbau. Berlin, Verlag, Paul Parey, 1904.

[3]) J. KÜHN, Die Assimilation des freien Stickstoffs durch Bodenbakterien ohne Symbiose mit Leguminosen. Fühlings landw. Ztg. 50, S. 2, 1901. Auch in Berichte aus dem physiolog. Lab. und der Versuchsanstalt des landw. Instituts der Universität Halle. Heft 15.

und den sonstigen Verhältnissen der Stickstoffvorrat des Bodens in etwas verschiedener Intensität angegriffen wird, wozu vielleicht auch noch kommt, daß auch das Auswaschen verschieden sein dürfte, und endlich, daß auch die aus der Luft in den Boden gelangenden Mengen schon gebundenen Stickstoffs verschieden sein dürften, sicher in Halle größer als in Göttingen; alles das sind schon öfters diskutierte Fragen, auf die hier mangels genügender Unterlagen nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Endlich ist aber auch noch zu berücksichtigen, daß ja die Hallenser Zahl für 1879 nur der Ertrag eines Jahres ist; ein Blick auf die Unregelmäßigkeiten der Tab. 1 dieser Abhandlung zeigt ohne weiteres, zu welch merkwürdigen Schlüssen man dann kommen könnte.

Den Schlüssel zum Verständnis dieses allmählichen Abbaus liefert uns der oben mitgeteilte Haferselbstfolgeversuch, auf den nochmals zurückgegriffen sei. Wir können dabei noch folgende Betrachtung anstellen: Es waren 4 Bodentiefen benutzt bis zu 80 cm Tiefe, also etwa die von den Pflanzen ausnutzbare Schicht, 4 Töpfe, je einer aus den verschiedenen Tiefen, würden also der Erde entsprechen, die den Pflanzen in der Natur zur Verfügung steht, wobei unter Berücksichtigung dessen, daß die Schichthöhe der Töpfe 30 cm beträgt, auf dem Felde dagegen 20 cm (da ja die Erde aus der Schicht 0—20, 21—40 cm usw. stammt), die Ernte nur zu $^2/_3$ angenommen werden muß, um zu Vergleichszahlen für das freie Feld zu gelangen.

Betrachten wir so z. B. das letzte Jahr 1922, so erhalten wir Ernte bei Bodentiefe I 22,4 g, II 22,5 g, III 14,2 g, IV 13,3 g, zusammen 72,4 g; davon $^2/_3$ = 48,2 g Ernte auf 524 cm Bodenoberfläche = 0,92 kg auf 1 qm oder 9200 kg (Trockensubstanz!) auf 1 ha, was also noch einer sehr hohen Ernte entsprechen würde. Sie betrug bei den Selbstfolgeversuchen mit Roggen in der letzten Tetrade $^2/_3$ davon, bei Weizen nur die Hälfte, was zum Teil natürlich darauf beruht, daß die Mobilisation des Stickstoffs in den tieferen Bodenschichten auf dem Felde nicht so intensiv verläuft als in den Vegetationsgefäßen. Obwohl also, wie wir oben gesehen haben, der Boden seine leicht mobilisierbaren Stickstoffverbindungen hergegeben hat, genügt die jährliche Mobilisation der schwerer angreifbaren noch zu einer ganz ansehnlichen Ernte, selbst wenn sie auf dem freien Felde erheblich weniger intensiv verläuft als bei diesen Gefäßversuchen.

Wir wollen noch an der Hand dieser Zahlen die Frage beantworten, wie lange nach diesem Versuch der Stickstoffvorrat überhaupt ausreichen könnte. In der Topferde hatten wir bei Abbruch des Versuches noch folgende Stickstoffmengen (ursprüngliche Zahlen weniger entnommener Stickstoff):

bei Tiefe	I	16 356 mg
„ „	II	13 670 „
„ „	III	9 924 „
„ „	IV	8 508 „
	Zusammen	48 458 mg Stickstoff pro Gefäß;

davon $^2/_3$ nach obiger Überlegung = 32 305 mg. Entnommen wurden in den letzten Jahren etwa 150 + 150 + 100 + 90 mg Stickstoff = zusammen 490 mg; davon $^2/_3$ = 327 mg. Also würde danach der Stickstoffvorrat noch 99 Jahre ausgereicht haben, im ganzen also etwa 120 Jahre. Unter natürlichen Verhältnissen selbstverständlich, entsprechend der weniger starken Mobilisation entsprechend länger; weiter ist zu berücksichtigen, daß die Ernten im Laufe der Zeit sicherlich auch noch gesunken wären, sich der endgültige Zeitpunkt also so noch weiter hinausgezögert hätte; ferner kommen bei Feldversuchen noch die Stickstoffmengen in den Niederschlägen hinzu. Alles in allem kann man den Zeitpunkt der Stickstofferschöpfung für die Felderntен somit vielleicht auf das 3fache der obigen Zahl von 120 Jahren veranschlagen. Diese Zahlen sollen also nur zeigen, daß wir auf dem Felde bei solchen Versuchen mit außerordentlich langen Zeiträumen zu rechnen haben.

Jedenfalls müssen wir also auch mit einer sehr langen Periode, nach Erschöpfung der leicht mobilisierbaren Stickstoffverbindungen des Bodens, rechnen, in der anscheinend Konstanz der Ernten herrscht. Und wie gezeigt, stehen auch alle bisherigen Beobachtungen in Übereinstimmung mit dieser Anschauung.

Hierbei ist nun durchaus anzunehmen, daß der Boden nicht zu einer völligen Erschöpfung an Stickstoff gelangen wird, sondern er muß jedenfalls schließlich auf ein konstant bleibendes Minimum des Ertrages und der Stickstoffabgabe gelangen, das eben den Gleichgewichtszustand zwischen Stickstoffeinnahme und Ausgabe darstellt und von äußeren Bedingungen abhängig ist: Nämlich wieviel gebundener Stickstoff jährlich mit den Niederschlägen in den Boden gelangt, wieviel durch freilebende stickstoffbindende Organismen etwa auf Grund der zurückbleibenden Zellmembranen

der Wurzeln und Stoppeln gebunden werden kann, bei Wiese außerdem, wieviel Stickstoff mit Rieselwasser darauf gelangt und wieviel der Boden durch die in ihr befindlichen Leguminosen erhält usw. Die Höhe dieses Minimums kennen wir nicht; sie ist sicher auch verschieden, liegt aber — und das dürfte ganz sicher sein — weit unter dem Maß der Höchstproduktion, mit dem wir unsere Kulturpflanzen jetzt messen müssen.

Auch die Schwarzbrache muß von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet werden, worauf schon öfters oben hingewiesen wurde, so daß hier nur noch einige Ergänzungen gegeben seien. In dem allmählichen Absinken der Erträge verhält sie sich, wie gesagt, genau wie die Selbstfolge. Wie gering hier eine Stickstoffbindung überhaupt nur sein kann, mögen noch folgende Zahlen aus den Brachefeldversuchen des Göttinger Versuchsfeldes zeigen, wobei Winter-Weizen jeweils nach Brache und nach Klee im vorhergehenden Jahre folgte:

	Winter-Weizen Kilogramm pro Hektar nach	
Jahr	Brache	Klee
1904/07	6 700	6 130
1908/11	11 249	8 770
1912/15	8 119	7 379
1916/19	6 522	6 203
1920/23	5 599	7 046

Der Klee wurde dabei 2mal geschnitten, das dritte Mal ließ man ihn einige wenige Blättchen treiben, dann wurde er untergepflügt; es kann sich also nur um sehr geringe Mengen gebundenen Stickstoffs handeln, die dem Felde so geliefert werden; trotzdem tritt, wie man sieht, allmählich ein Übergewicht über die Brache ein, das sich übrigens bei den auf Weizen im 3. Jahre folgenden Roggen und bei dem im 4. Jahre folgenden Hafer noch früher bemerkbar macht, worüber auf die ausführliche Mitteilung verwiesen sei.

Noch eines ist hier bemerkenswert: Die obigen Zahlen zeigen, wie außerordentlich stark die Ernten nach Einrichtung der Brache in die Höhe schnellten, viel mehr als bei den oben mitgeteilten Selbstfolgeversuchen; aber diesem Emporschnellen folgt ein ebenso schneller und intensiver Absturz, ebenfalls viel intensiver als bei jenen und als bei der Kleefruchtfolge.

Das weist mit aller Deutlichkeit darauf hin, daß wir es hier ebenfalls mit derselben Erscheinung zu tun haben, die wir bei

diesen Versuchen besprochen haben: die gründliche mechanische Bearbeitung des Bodens während der Brache wirkt also nur aufschließend auf den Stickstoffvorrat des Bodens; und wir haben es anfänglich offenbar in erster Linie mit der Mobilisation der leicht angreifbaren Stickstoffverbindungen zu tun, nach deren Erschöpfung eben der starke Abfall der Ernte folgt, wie wir es bei den Selbstfolgeversuchen mit Hafer in Vegetationsgefäßen in der obersten Bodenschicht gesehen hatten. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang noch auf die Feststellungen von Gehring S. 256 [1]), wonach bei den Göttinger Brachefeldversuchen 1921 nach der Ernte auf den Winter-Weizenparzellen folgende Humuszahlen festgestellt wurden:

Fruchtfolge	Stallmist	Klee	Brache
Gesamt-Humus in Prozent der Erde	2,33	2,15	1,98
Leicht zersetzlicher Humus in Prozent der Erde	1,47	1,03	0,43

Darin zeigt sich deutlich, wie in der Brachefruchtfolge die leicht zersetzlichen Humus-(Stickstoff-)Substanzen abgenommen haben, wie es aus den vorliegenden Versuchen zu folgern war.

Auch bei der Brache würde natürlich zu erwarten sein, daß schließlich bei noch weiterem Sinken die Ernten lange Zeit annähernd konstant bleiben, was im Sinne des oben ausgeführten natürlich auch nicht für eine erhebliche Stickstoffbindung sprechen würde. Und weiterhin wäre auch hier zu erwarten, daß schließlich Ernte und Stickstoffabgabe auf ein Minimum sinken. Und hier wäre es durchaus möglich, daß dieses Minimum vielleicht etwas höher läge als etwa bei Selbstfolge, da die bessere Durchlüftung während der Brache vielleicht eine bessere Stickstoffbindung auf Kosten der Pflanzenrückstände oder auf andere Weise ermöglichte. Aber wie es dort gesagt wurde, muß es auch hier festgestellt werden: Es kann sich dann nur um ganz geringe Mengen handeln, die für eine für uns nur in Frage kommende Höchstproduktion bei weitem nicht ausreichen werden; sie verschwinden gegenüber der negativen Bedeutung des allmählichen Abbaus des Stickstoffvorrates des Bodens. [2]) Inst. f. landw. Bakteriol. d. Univ. Göttingen.

[1]) A. Gehring, Beitrag zur Klärung der Düngerwirkung organischer Substanzen. Zentralbl. für Bakteriologie II, 57, S. 241, 1922.

[2]) Es mag nochmals darauf hingewiesen werden, daß sich das alles nur auf den Stickstoffumsatz der Brache bezieht. Daß ein nicht anders zu bearbeitender Boden ab und zu der Brache unterworfen werden muß, um ihn wieder brauchbar zu machen, ist ein Problem, das auf ganz anderem Gebiet liegt und unsere Frage nur sehr mittelbar berührt.

Bücherbesprechungen.

Wiederaufbau und wirtschaftliches Prinzip. Kritische Studie über die Arbeiterpolitik des pommerschen Landbundes von Claus von Eickstedt, Doktor der Staatswissenschaften. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. 96 S. Preis Gm. 1,80.

In der Arbeit soll wie der Verfasser in dem Vorwort sagt „versucht werden, erst einmal das Wesen des wirtschaftfriedlichen Prinzips an Hand der Vorgänge in der Industrie herauszuarbeiten, um das Ergebnis dann zum Vergleich für das, was wir in der Landwirtschaft erstehen sahen, heranzuziehen. Ein solcher Vergleich wird den ganzen Fragenkomplex aufrollen und hoffentlich Klarheit schaffen über eine Bewegung in der Landwirtschaft, die als ein Lichtblick in der Zeit innerer Zerrissenheit hoffnungsreiche Ausblicke gewährt und wie keine andere geeignet erscheint, die Auswüchse des parlamentarischen und des gewerkschaftlichen Prinzips, an dem unser Vaterland heute krankt, zu heilen". Ich habe die sehr gründliche, klar geschriebene höchst interessante Arbeit mit großem Vergnügen gelesen und hoffe, daß nicht nur in landwirtschaftlichen sondern auch in industriellen Arbeiter- und Unternehmerkreisen der ihr zugrunde liegende Gedanke der „Berufsgemeinschaft" sich immer mehr Geltung verschafft. v. Seelhorst.

Zeitschrift des preußischen statistischen Landesamtes herausgegeben von dem Präsidenten Dr. Sänger, Geheimer Oberregierungsrat. 62. Jahrgang. 1922. 1. und 2. Abteilung. Berlin SW. 68, Verlag des preuß. statist. Landesamts. 224 und 36 Seiten Großquart.

Der erste Teil 224 Seiten enthält Abhandlungen 1. über den Besitzwechsel in Preußen von 1896—1921. 2. Über Geburten, Eheschließungen und Sterbefälle in Preußen 1921. 3. Über die Volkszahl deutscher Städte Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts. 4. Über die repräsentative Methode der Statistik. 5. 6. 7. und 8. Über die Ergebnisse der Fleischbeschau und Viehzählungen. 9. Über Statistik, über Wetterbeobachtung. 10. Bücherschau. Der zweite Teil enthält eine größere Zahl statistischer Korrespondenzen.

Das neue Heft ist mithin ebenso wie die alten ein fast unentbehrliches Handwerkszeug für Politiker und Volkswirte. v. Seelhorst.

Der chemische Unterricht an landwirtschaftlichen Schulen. II. Teil. Die Chemie der Futtermittel mit Anhang. Von Prof. Dr. O. Freybe, Studienrat a. d. Landwirtschaftsschule Weilburg. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1922. 96 Seiten. Gebunden, Preis Gm. 1,50.

Es ist bewundernswert, wie es der Verf. verstanden hat, ohne Zuhilfenahme von chemischen Fachkenntnissen, lediglich auf Grundlage von Anschauung und einfachster Versuchsanstellung, die Zusammensetzung und Eigenschaften der Futtermittel sowie der wichtigsten Leucht-, Heizstoffe und dergl. zu erläutern. Das Buch ist durchaus klar und mehr denn allgemein verständlich geschrieben. Es will den Landwirtschaftslehrer für den Unterricht in der Chemie an landwirtschaftlichen Schulen vorbereiten. Diese Aufgabe löst es mit den einfachsten Mitteln vortrefflich, da es gar keine Kenntnisse voraussetzt. Blanck.

Lehrbuch der pilzparasitären Pflanzenkrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten gärtnerischer Kulturgewächse von Dr. Gustav Höstermann und Dr. Martin Noack Berlin-Dahlem. Mit 104 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. Ein Vorwort und 271 Seiten. Geb., Preis Gm. 9.

Die Verfasser sagen in dem Vorwort, daß sie beabsichtigt haben, den Studierenden des Gartenbaues ein Lehrbuch in die Hand zu geben, welches die pilzparasitären Pflanzenkrankheiten in einer für sie geeigneten Weise behandelt. Ein kurzes erstes Kapitel handelt über Parasitismus und Krankheit und über die Ursachen der Krankheitserscheinungen. Diesem schließt sich ein Kapitel über die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten an. Dann werden in den folgenden 24 Kapiteln die einzelnen Gruppen der Krankheitserreger besprochen. Um den Anforderungen des Unterrichts zu entsprechen ist dabei der Gliederung des Stoffes das System der Pilze zugrunde gelegt. Daran schließt sich ein Kapitel mit einem Schlüssel zur Bestimmung der gärtnerisch wichtigsten pilzparasitären Pflanzenkrankheiten nach leicht kenntlichen Merkmalen (geordnet nach Nährpflanzen). 2 Register, das eine über die Krankheiten, das andere über die Wirtspflanzen beschließen das Buch.

Die übersichtliche Anordnung des Stoffes, die vorzügliche durch gute Illustrationen ergänzte Darstellung und auch die gute Ausstattung von seiten des Verlags bürgen für eine gute Aufnahme des Buches nicht nur bei den Studierenden der Gärtnerei, für die es in erster Linie geschrieben ist, sondern auch bei den ausübenden Gärtnern bei Land- und Forstwirten, denn auch die Schädlinge der landw. Kultur und der Forstgewächse finden in ihm eine sorgfältige Berücksichtigung. v. Seelhorst.

D. N. Prjanischnikow, Die Düngerlehre. Nach der fünften russischen Auflage herausgegeben von Dr. M. v. Wrangel, Professor an der Landw. Hochschule in Hohenheim. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. XII und 450 Seiten. Preis geheftet Gm. 9, gebunden Gm. 11.

Prjanischnikow sagt in dem Vorwort von seinem Buch: „Es soll nicht etwa ein Nachschlagebuch mit fertigen Rezepten sein, sondern den Leser mit der Grundlage der zeitgemäßen Düngerlehre vertraut machen. Es soll ihm ein Leidfaden sein, der es ihm ermöglicht, sich selbständig in den verschiedenen Verhältnissen zu recht zu finden“ und weiter „das Erscheinen des Buches in Deutscher Sprache hat für den Autor um so größere Bedeutung, als die Arbeiten der russischen Forscher nur ungenügend im Ausland bekannt werden, weil die Kenntnis der russischen Sprache nur wenig verbreitet ist“.

Das Erscheinen des Werkes von Prjanischnikow in deutscher Sprache kann auch von uns nur freudig begrüßt werden. Denn die wertvollen Arbeiten der neueren russischen Forscher sind uns bisher zum großen Teil verloren gegangen. Die russischen Originalarbeiten sind uns aus Unkenntnis der Sprache nicht zugänglich und die französischen und deutschen Auszüge, die einer Reihe dieser Arbeiten angehängt sind, kommen doch nur sehr wenigen Deutschen zu Gesicht. Selbstverständlich hat der Verfasser neben seinen eigenen und den Arbeiten der russischen Forscher, auch die einschlägige westeuropäische Literatur, die ja auch die Grundlage für die neuere russische Forschung gewesen ist, benutzt.

Eine ausführlichere Besprechung verbieten die heutigen Verhältnisse. Es sei deshalb nur erwähnt, daß nach einer kurzen Einleitung und nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick über die Entwicklung der Düngerlehre in dem I. Hauptabschnitt der Boden als Vermittler zwischen Pflanze und Düngung, im II. die einseitigen-, im III. die Universal-, im IV. die indirekt wirkenden Düngemittel besprochen sind. Daran schließt sich ein Abschnitt über die Anstellung von Düngungsversuchen im Feld und in der Vegetationshalle. Daß die Fragen der Phosphorsäuredüngung besonders ausführlich besprochen sind, erklärt sich ohne weiteres daraus, daß diese in Rußland eine besondere Bedeutung haben und dort sehr intensiv bearbeitet sind.

Die große Klarheit der Ausführungen Prjanischnikows verdient besonders hervorgehoben zu werden. Fraglich kann es scheinen, ob die ausführliche Besprechung der Darstellungsweisen der Stickstoft- und Phosphorsäuredüngemittel notwendig gewesen ist. Die Antwort hierauf wird je nach dem Standpunkt der Leser verschieden ausfallen. Im Großen und Ganzen wird die Mehrzahl derselben dem Verfasser aber auch für die Beschreibung dieser dankbar sein.

Das Werk Prjanischnikows hat einen eigentümlichen Reiz. Die Herausgeberin hat diesen mit folgenden Worten in trefflicher Weise erklärt: „Die vorliegende Düngerlehre des russischen Forschers unterscheidet sich von den uns bekannten und allgemein geschätzten in erster Linie durch die Art der Darstellung. Es ist wie mir scheint jene eigentümliche, zwanglose Verflechtung von Theorie und Praxis, Experiment und Abstraktion, von scheinbar Zufälligen und Gesetzmäßigen, was dieses Lehrbuch so lebendig und lesenswert macht.“ Diesem Urteil schließe ich mich ganz an. Und so nehme ich an, daß das Erscheinen des Buches von Prjanischnikow in deutscher Sprache in Deutschland mit Freuden begrüßt werden wird. Wir schulden deshalb der Herausgeberin für ihre in guter deutscher Sprache ausgeführte Übersetzung aber auch dem Verleger der in dieser unsicheren Zeit das Risiko des Drucks auf sich genommen hat, besten Dank. v. Seelhorst.

Preußisches Grundvermögensteuergesetz. Das preußische Gesetz über die Erhebung einer vorläufigen Steuer vom Grundvermögen vom 14. Februar 1923. Erläutert von H. Rohde, Beigeordneter a. D., Berlin-Zehlendorf. 190 Seiten. Berlin C 2, Industrieverlag Spaeth & Linde, 1923. Preis Gm. 4.

Das neue Gesetz bringt — wie dies in der Finanznot unserer Zeit begründet ist, dem Grundbesitz erhebliche neue Lasten, über deren Umfang sich zu unterrichten im Interesse eines jeden Beteiligten liegt.

Die Erläuterungen berücksichtigen überwiegend solche Fragen, welche bei der Handhabung des Gesetzes sich täglich ereignen können.

Für jeden Landwirt, für Terraingesellschaften, Hausbesitzer und Gemeindeverwaltungen wird das Werk bei den zahlreichen Zweifelsfragen, die das neue Gesetz bringt, von großem Nutzen sein.

Bodenkunde für Land- und Forstwirte von Dr. Eilh. Alfred Mitscherlich, o. ö. Professor und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes der Albertus-Universität in Königsberg i. Pr. Vierte, neubearbeitete Auflage. Mit 37 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. 339 Seiten. Gebunden, Preis Gm. 9.

Wie sehr sich Mitscherlichs Bodenkunde eingeführt hat, beweist nichts besser, als daß nach kurzer Aufeinanderfolge nunmehr schon die vierte Auflage der Öffentlichkeit hat übergeben werden können. Die neue Auflage bringt zwar keine grundsätzlichen Veränderungen gegenüber der voraufgegangenen, jedoch ist in zweckentsprechender und umsichtiger Weise die neueste Literatur mitverarbeitet wurden, so daß das vorzügliche Lehrbuch allen neuzeitlichen Anforderungen durchaus entspricht. Eines näheren Eingehens auf den Inhalt dieses für die pflanzenphysiologische Bodenkunde anerkannt grundlegenden Werkes bedarf es hier nicht. Mit der streng wissenschaftlichen, exakten Behandlungsweise vorliegenden Teilgebietes der Lehre vom Boden durch Mitscherlich sollte jeder Studierende der Landwirtschaft vertraut gemacht werden.

Blanck.

Die Preisbildung in der Landwirtschaft in den Wirtschaftsjahren 1920/21 bis 1922/23. Heft 1 der Veröffentlichungen des Deutschen Landwirtschaftsrats. Berlin 1923. 22 S. Preis 75 Goldpfennige.

Die interessante von Dr. Fensch verfaßte Schrift schließt mit folgenden Sätzen: „Die Preisbildung in den 3 Wirtschaftsjahren 20/21 bis 22/23 ist für die Landwirtschaft in steigendem Maße ungünstig gewesen". Die Landwirtschaft empfindet diese Tatsache aufs drückendste. Andere Volkskreise erkennen sie nicht an, erkennen nicht die darin für die Landwirtschaft wie für die Gesamtwirtschaft ruhende Gefahr.

v. Seelhorst.

Ratgeber zur Sortenwahl. Heft 325 „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft". Berlin SW., Verlagsbuchhandlung von Paul Parey. Preis Gm. 1,75.

Sortenversuchsergebnisse des Versuchsjahres 1921—22 über Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen. Es wurde dabei besonders die Eignung der einzelnen Sorten für bestimmte Böden und Gegenden berücksichtigt. Von den Versuchen lassen die über Winterweizen, für die aus den Jahren 1920—22 Gesamtergebnisse vorliegen, jetzt ein abschließendes Urteil über den Anbauwert der Sorten zu. Das vorliegende Heft ist für jeden Landwirt, der die für ihn geeignetste Sorte finden möchte, ein guter Ratgeber, der es ihm auch ermöglicht, seine Erträge entsprechend zu erhöhen.

Die deutsche Saatzucht in wirtschaftsrechtlicher Beleuchtung. Von Dr. Max Rumpf, o. Prof. des Rechts an der Handelshochschule Mannheim. Heft 326

der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft". Berlin SW., Verlagsbuchhandlung von Paul Parey. Preis Gm. 1,20.

Das vorliegende Werk verdient die besondere Beachtung aller landwirtschaftlichen Kreise; ist es doch unseres Wissens der erste Versuch eines auf wirtschaftsrechtlichem Gebiete führenden Juristen, einen bestimmten Zweig unserer Wirtschaft auf die ihn betreffenden rechtlichen und organisatorischen Momente hin zu bearbeiten und durch deren Hervorhebung und scharfe Fassung das Wirtschaftsgebiet sowohl dem Wirtschafter als auch den Juristen in einer Beleuchtung zu zeigen, die zur Klärung zahlreicher wirtschaftlicher Sonderheiten Wesentliches beitragen kann. Die deutsche Saatzucht ist reich an rechtlichen Fragen aller Art, deren Klärung für alle Kreise der Landwirtschaft, weite Kreise des Handels und auch für den Juristen Interesse und nicht geringe praktische Bedeutung hat. Der Verfasser hat sich trefflich in den praktischen Teil der Saatzucht und seine wissenschaftliche Begründung eingearbeitet und in die Eigenart des Saatgutverkehrs, soweit es für seine Zwecke nötig war. Er hat deshalb die gestellte Aufgabe in bester Weise gelöst.

Der Landwirt als Kulturingenieur, bearbeitet von J. F. Zajiček, Professor i. R. der landw. Lehranstalt Francisco-Josephinum, Ingenieur und behördl. aut. u. beeideter Zivil-Geometer in Mödling. Vierte, vermehrte Auflage. Berlin, Paul Parey, 1923. IV. und 232 Seiten. Geb., Preis Gm. 4.

Der vorliegende gegen die älteren Auflagen durch Aufnahme weiterer Gebiete wesentlich erweiterte Thaerband gibt dem Landwirt einen Überblick über die hauptsächlichsten in der praktischen Landwirtschaft auszuführenden kulturtechnischen Arbeiten — landw. Straßen und Wegebau, Brückenbau, landw. Wasserbau, Entwässernng und Bewässeruug des Bodens. — Die in dem Werk enthaltenen Kostenberechnungen sind natürlich nur Anhalte für die Aufstellung solcher. Die Kostenangaben über einige Meliorationen sind gänzlich veraltet und wären deshalb besser fortgeblieben. Für eine neue Auflage empfehle ich Literaturangaben, damit der Landwirt, der sich zu einzelnen Meliorationen entschließt, leicht die Möglichkeit findet sich über diese genauer zu orientieren. v. Seelhorst.

Europäische Nutzpflanzen. Von Dr. W. Wächter in München. Mit 16 Abbildungen. 133 Seiten. Sammlung Göschen Bd. 123. Berlin W. 10 und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1923. Preis Gm. 1,25.

Der Verfasser bespricht in ansprechender nicht ermüdender Weise die Herkunft, die Eigenschaften und die Benutzung der Nahrungs- und Genußmittel liefernden und der technisch wichtigen Pflanzen und weist in kurzen Sätzen auf die Arznei- und die Viehfutter liefernden Pflanzen und auf die Bakterien und Pilze hin. So erhält der Leser eine gute Übersicht über das für das menschliche Leben so wichtige Gebiet. v. Seelhorst.

Berichte über Landwirtschaft. Herausgegeben vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Neue Folge Heft 2, 146 S. Berlin, Paul Parey, 1923. Einzelpreis Gm. 3,50, Abonnementspreis Gm. 3.

Die vom Reichsministerium herausgegebenen Berichte über Landwirtschaft haben für die weitesten Kreise, besonders für alle Wirtschaftspolitiker großen Wert, wie die Inhaltsangabe des vorliegenden zweiten Heftes zeigt. Es enthält folgende Berichte.

1. Preisentwicklung und wirtschaftliche Lage der deutschen Landwirtschaft in der Nachkriegszeit. Von Dr. Sagawe.
2. Die Bodenreform in der tschechoslowakischen Republik. Von Prof. Dr. Hollmann.
3. Die Entstehung der Landwirtschaftskrise in der Schweiz und die Maßnahmen zu ihrer Linderung. Von A. Howald.
4. Die Landwirtschaft in Dänemark. Von A. P. Jakobsen.
5. Die Viehzuchtkrise am La Plata als Anstoß zur Wirtschaftsumstellung Uruguays. Von Dr. A. Börger.

Es folgen eine Reihe von Mitteilungen.

1. Anfänge einer Agrarreform in Schottland. Von Ministerialrat Herr.
2. Zur Frage der optimalen Betriebsgröße in der Landwirtschaft. Von Prof. Dr. Hollmann.
3. Streiflichter auf die Entwicklungstendenzen und die Weltstellung der amerikanischen Landwirtschaft. Von Prof. Dr. Brinkmann.
4. Die Verwendung von Traktoren in der Landwirtschaft der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Von Dipl.-Ing. Nadolny.
5. Ein Verzeichnis der dem Ministerium vom Ausland eingesandten Literatur. v. Seelhorst.

Dünger und Düngen. Anleitung zur praktischen Verwendung von Stall- und Kunstdünger von Prof. Dr. R. Heinrich, weil. Großherzoglich Mecklenburgscher Geheimer Ökonomierat, Dirigent der landwirtschaftlichen Versuchs-Station in Rostock. — Von dem Mecklenburgischen patriotischen Verein gekrönte Preisschrift. Achte, völlig neubearbeitete Auflage. Herausgegeben von Dr. Otto Nolte, Privatdozent für Agrikulturchemie, Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation Braunschweig und Dr. M. Heinrich, Privatdozent für Pflanzenproduktion. Leiter der Abt. für Pflanzenbau und Saatprüfung an der landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock. Berlin, Paul Parey, 1922. VIII u. 174 S. Geb., Preis Gm. 3.

Die von dem Mecklenburgischen Patriotischen Verein preisgekrönte Arbeit erschien zum erstenmal 1892 im Druck. Sie hat darauf eine Reihe von Auflagen erlebt. Der siebenten ist nach Ablauf von 2 Jahren die vorliegende zum großen Teil umgearbeitete achte Auflage gefolgt. Sie ist klar und anregend geschrieben und wird von den Schülern sämtlicher landwirtschaftlichen Lehranstalten mit Erfolg benützt werden können. Für eine neue Auflage möchte ich auf einige kleine Ungenauigkeiten aufmerksam machen. So heißt es auf S. 13, daß Torfstreu von Moos oder Fasertorf etwa doppelt so viel Harnflüssigkeit aufsaugen kann als Stroh, während Moostorf das vielfache davon aufnimmt. Auf S. 53 sind für Stoppelsaaten zur Gründüngung auch Kleearten empfohlen. Es ist aber nicht gesagt, welche. Ferner hätte bei der Beschreibung der Gründüngung als Hauptfrucht mit Lupine die spätere Aussaat mehr als die frühe empfohlen werden müssen, weil bei einer so frühzeitigen Unter-

bringung, wie sie von dem Verfassern empfohlen ist — Ansatz der oberen Schoten — zweifellos ihr Nutzen in den meisten Fällen sehr gering sein wird.

v. Seelhorst.

Betriebswirtschaftliche Vorträge aus dem Gebiet der Landwirtschaft von Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Friedrich Aereboe. Berlin, Paul Parey. — Heft 6. Neue Düngerwirtschaft ohne Auslandsphosphat. Preis Gm. 1. — Heft 7. Über den Einfluß der neuzeitlichen Preisgestaltung auf Organisation und Führung der Landgutswirtschaft. Preis Gm. 0,60.

Der Name des Verfassers ist so bekannt, daß eine Empfehlung seiner Arbeiten sich erübrigt. Jeder Landwirt wird diese mit Interesse lesen und etwas für sich brauchbares herausnehmen, wenn er auch hier und da anderer Meinung ist und bleibt. Das wird bezüglich der erstgenannten Arbeit häufiger der Fall sein.

v. Seelhorst.

Die Lupine als Objekt der Pflanzenforschung, Morphologie, Anatomie, Physiologie und Pathologie der gelben Lupine von Dr. F. Boas, a. o. Professor und Dr. F. Merkenschlager, Assistent am botanischen Laboratorium und der Pflanzenschutzstation der landwirtschaftlichen Hochschule Weihenstephan. Mit 63 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1923. VIII u. 144 S. Preis Gm. 7.

Die Verfasser sagen in dem Vorwort, daß sie mit dem vorliegenden Buch einmal den Zweck verfolgen die große Zahl von Prozessen, die im Pflanzenkörper neben- und nacheinander vor sich gehen, an der Lupine zu demonstrieren, weil gerade diese Pflanze eine Reihe botanisch bemerkenswerter Eigenschaften in sich vereinigt und zweitens dem Interesse zu dienen, das die Landwirtschaft dieser Kulturpflanze in steigendem Maße entgegenbringt. Schließlich beabsichtigen sie auch durch die Sammlung und Bearbeitung des ungeheuren in der gesamten Literatur der Botanik, der physiologischen Chemie, der Agrikulturchemie und der Bakteriologie zerstreuten Materials der Fachwelt einen Dienst zu erweisen.

Diese Zwecke sind in ganz vorzüglicher Weise erreicht. Für die Landwirte ist das Kapitel über die Ernährungsphysiologie der Lupine und in diesem wieder der Abschnitt über die Beziehungen der Lupine zum Kalk besonders interessant. Die Verfasser weisen in klarer Weise nach, wie kompliziert die Vorgänge sind, welche die Kalkfeindlichkeit bedingen und welche sie nicht in Erscheinung treten lassen.

Das Werk kann wissenschaftlich interessierten Landwirten bestens empfohlen werden.

v. Seelhorst.

Die Züchtung kolonialer Gewächse. Kokospalme, Ölpalme, Zuckerrohr, Reis, Hirsearten, Batate, Maniok, Citrusarten, Thee, Kaffee, Kakao, Kola, Ölbaum, Sesam, Erdnuß, Ricinus, Baumwolle, Sisalagave und andere Faserpflanzen, China, Kautschukpflanzen herausgegeben von C. Fruwirth. Zweite, gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 50 Textabbildungen. (Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung. Bd. V). Berlin, Paul Parey, 1923. X u. 272 S. Geb., Preis Gm. 12.

Das angezeigte Buch ist der V. Band des von Fruwirth herausgegebenen Handbuchs der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Die zahlreichen von

mir in der Ankündigung nicht genannten Mitarbeiter sind zu einem großen Teil Ausländer, besonders Holländer, Amerikaner und Engländer, sowie vom deutschen Prof. Winkler, Geheimrat Busse und Prof. Fruwirth selbst. Daß das Buch einem Bedürfnis entsprang, erhellt daraus, daß die erste Auflage zwei Jahre nach dem Erscheinen Anfang 1914 vergriffen war. Damals war es erklärlich. Dem jungen Deutschland stand die ganze Welt offen. Besonders unsere Kolonien, die sämtlich sehr geeignet für den Anbau der kolonialen Gewächse waren, übten eine starke Anziehung auf den deutschen Nachwuchs aus. Er verlangte aber nicht nur eine Anweisung zur Kultur dieser Gewächse, sondern wollte auch erfahren ob und in wie weit Züchtungsversuche resp. Erfolge an ihnen gemacht resp. vorhanden waren. Diese Kenntnisse vermittelte ihm die erste Auflage des Buches. Der gute Absatz der vorliegenden zweiten wird wie ich hoffe zeigen, daß trotzdem infolge unserer jetzigen traurigen Verhältnisse die deutsche Betätigung im Ausland in hohem Maße erschwert ist, diese nach wie vor in hohem Maße stattfindet. v. Seelhorst.

Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte. Von Karl Walther, Diplom-Ingenieur und Patentanwalt in Berlin. III.: Die Maschinen zur Körner- und Samengewinnung, zum Bergen und Pressen von Heu, Stroh u. dgl. und zur Futterbereitung. Antriebsmaschinen. Mit 79 Abbildungen. Zweite, neubearbeitete Auflage. 185 S. Sammlung Göschen Bd. 409. Berlin W. 10 und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1924. Preis 1,25 Goldmark.

In dem angezeigten dritten Bändchen der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte behandelt der Verfasser die in dem Titel angeführten Maschinen in derselben knappen, klaren und verständlichen Weise wie die in den beiden ersten Bänden besprochenen.

Der studierende und der praktische Landwirt erhält somit durch das ganze Werk einen guten Überblick über die in der Landwirtschaft gebrauchten und anwendbaren Maschinen und Geräte. v. Seelhorst.

Milchwirtschaftliche Forschungen. Zeitschrift für Milchkunde und Milchwirtschaft einschließlich des gesamten Molkereiwesens herausgegeben im Auftrage des Reichskuratoriums für Milchwirtschaftliche Forschungsanstalten von Dr. W. Grimmer, Professor a. d. Universität Königsberg i. Pr. Berlin, Jul. Springer.

Durch die Herausgabe der „Milchwirtschaftlichen Forschungen" ist einem längst anerkannten und fühlbaren Bedürfnis nach einer wissenschaftlichen Zeitschrift auf dem Gebiete der Milchwirtschaft nachgekommen und daher dieses neue Unternehmen freudigst zu begrüßen. Das neue Organ hat sich das Ziel gesteckt, nicht nur die deutsche milchwirtschaftliche Forschung allein zu pflegen und zu fördern, sondern es geht in anerkennenswerter Weise über diese engere Begrenzung weit hinaus, indem es auch die Forschungen auf dem Gebiete der Fütterung, Aufzucht, Krankheiten des Milchviehs, wie überhaupt die vielseitigen Beziehungen zwischen Land- und Milchwirtschaft nach jeder Richtung hin zu Worte kommen läßt.

Als ständige Mitarbeiter, deren Namen für die Güte und Vielseitigkeit des Gebotenen sprechen, werden aufgeführt die Herren Ministerialrat Dr. Böse vom Ernährungsministerium, Dr. Bünger, Dr. Buhr, Prof. Henneberg, Dr. Lichten-

BERGER, Dr. RAHN, Dr. WESTPHAL-Kiel, Prof. FEHR-Weihenstephan, Geh.-Rat Prof. HANSEN-Berlin, Prof. MARTINY-Halle und Dr. TEICHERT-Wangen i. Allgäu. In zwanglosen Heften, die zu Bänden von etwa 40 Druckbogen vereinigt werden, soll die Zeitschrift erscheinen, und jedes Heft enthält wohl Originalabhandlungen wie Referate der Neuerscheinungen des gesamten Gebietes. Besonders vorteilhaft erwies sich dabei die Wiedergabe von kurzen Sammelreferaten auf den einzelnen Teilgebieten.

Das vorliegende erste Heft enthält an Originalarbeiten: F. KIEFERLE-Weihenstephan „Der Einfluß der Verfütterung von Grünfutter auf die Zusammensetzung des Milchfettes". OTTO RAHN-Kiel „Der Erstarrungspunkt des Butterfettes". J. DROST, M. STEFFEN und E. HOLLSTEDE-Kiel „Die Untersuchung süßer und saurer Milch". Der Referatenteil bringt die „Aufzucht und Mangelwirtschaft" von KIESEL-Gaildorf i. Württemberg, die Milcherzeugung 1914—1920" von GRIMMER-Königsberg und „Milchwirtschaft und Tierschau" 1914—1920 von CARL-Karlsruhe. Der übrige Referatenteil zergliedert sich in Bücherbesprechungen, Chemie und Physik der Milch, Mykologie der Milch, Milch kranker Tiere, Milchversorgung, Milchkontrolle, Milchpräparate, Untersuchung von Milch und Molkereiprodukten und schließlich Maschinenwesen.

Der Inhalt des ersten Heftes entspricht in wissenschaftlicher Beziehung vollauf, ebenso läßt die Ausstattung nichts zu wünschen übrig. Es ist aufrichtig zu wünschen, daß das neue Organ überall die ihm zukommende Beachtung erfährt, nicht nur in der Milchwirtschaft sondern auch in der gesamten Landwirtschaft. E. BLANCK.

Zeitschrift des preußischen statistischen Landesamts herausgegeben von dem Präsidenten Dr. SÄNGER Geh.-Ober-Reg.-Rat. 63. Jahrgang 1923. 1.—4. Abteilung. Berlin SW. 68, Verlag des preuß. statistischen Landesamts 1924.

Die in dem Journal öfter gerühmte Zeitschrift enthält in dem vorliegenden Jahrgang einen Aufsatz über die Deutschen Sparkassen, ihre Entwicklung und Bedeutung. Dann die endgültigen Ergebnisse der Viehzählung vom 1. Dezember 1922 im Freistaate Preußen und eine Reihe von Bücherbesprechungen. Daran schließt sich wie stets die sogenannte statistische Korrespondenz die eine große Zahl wichtiger statistischer Nachweisungen enthält. So ist dieser Jahrgang ebenso wie die früheren ein unentbehrliches Hilfsbuch für jeden Nationalökonomen und Politiker. v. SEELHORST.

Anleitung für den Betrieb von Rindviehkontrollvereinen von Professor Dr. J. HANSEN, Geh. Reg.-Rat in Berlin-Dahlem. 2. Auflage. Berlin SW. 11, Verlag von Paul Parey. Kartoniert, Preis Gm. 2,20.

Der ersten Auflage der angezeigten Anleitung ist schnell eine zweite gefolgt, in welcher der Verfasser die inzwischen eingetretenen Fortschritte auf dem Gebiete des Kontrollvereinswesens und die in der Zwischenzeit gefaßten Beschlüsse des Sonderausschusses für Rinderleistungsprüfungen berücksichtigt hat. Einer Empfehlung bedarf die Anleitung nicht. Der Verfasser ist in weitesten Kreisen als der gründlichste Kenner und erfolgreichste Förderer des Kontrollvereinswesens in Deutschland und als anregender klarer Darsteller der von ihm behandelten Materien bekannt. v. SEELHORST.

Der Stallmist und seine Verwendung von Dr. O. Nolte-Berlin, Geschäftsführer der Düngerstelle II der D. L.-G. Berlin SW. 11., Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft Dessauerstraße 14, 1924. 68 Seiten.

Die Flugschriften der D. L.-G., von denen das vorliegende Heft das 24. ist, sind in vorzüglicher Weise geeignet Kenntnisse über einzelne Zweige nnd Maßnahmen der Landwirtschaft in die weitesten Kreise zu tragen. Dies gilt auch für das vorliegende Heft, in welchem Dr. Nolte in klarer übersichtlicher Weise, alles was über die Zusammensetzung, Aufbewahrung und Verwendungsweise des Stallmistes zu sagen ist, dargestellt hat. Das Heft wird vor allem dem angehenden Landwirt nützlich sein, aber auch der ältere Landwirt wird manche Anregung ihm entnehmen können. v. Seelhorst.

Influence of reaction on Inter-Relations between the plant and its culture medium by C. C. Theron, Berkeley 1924.

Diese Veröffentlichung der landw. Abteilung der Kalifornia-Universität enthält einen lesenswerten Beitrag über den Einfluß der Reaktion des Bodens auf das Wachstum und die Ausbildung der Pflanzen. v. Seelhorst.

Berättelse över en Studieresen till England Sommeren 1923 av Hjalmar Feilitzen. Stockholm, Ivar Haeggströms Bocktryckeri, 1924. 55 Seiten.

Dieser mit einer Anzahl von Ansichten berühmter englischer Forschungsstätten und Tierbildern ausgestattete Bericht gibt einen guten Überblick über die englischen Einrichtungen zur Hebung der englischen Landwirtschaft.

v. Seelhorst.

Wissenschaftliche Forschungsberichte Bd. X. **Agrikulturchemie** bearbeitet von Dr. F. Honcamp, ord. Professor an der Landesuniversität und Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock i. M. in Gemeinschaft mit Dr. O. Nolte, Privatdozent an der landwirtschaftlichen Hochschule und Geschäftsführer der D. L.-G. in Berlin. Dresden und Leipzig, Verlag von Theodor Steinkopf, 1924. Preis geheftet 4 Goldmark.

Die wissenschaftlichen Forschungsberichte (naturwissenschaftliche Reihe herausgegeben von Dr. R. Ed. Liesegang) bezwecken eine kurze Zusammenfassung der Forschungsergebnisse einzelner Disziplinen. Bd. X gibt die Tätigkeit der Agrikulturchemie in den Jahren 1914—1920 wieder. Der Stoff ist geordnet in 1. Boden, 2. Pflanzenernährung und Düngung, 3. Tierernährung und Fütterung, 4. Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden; Namen- und Sachregister schließen und ergänzen den Bericht. Teil 1 und 4 haben durch O. Nolte, 2 und 3 durch F. Honcamp sachgemäße Bearbeitung gefunden.

Wer sich schnell mit den Leistungen und Fortschritten der Agrikulturchemie in den genannten Jahren vertraut machen will, der wird durch den vorliegenden Bericht eine willkommene Einführung finden. Aber auch für den Fachvertreter bietet das Buch in der angestrebten kurzen, übersichtlichen Darstellung eines Gesamtforschungsgebietes nicht nur Anregung, sondern auch wertvolle Hinweise auf weniger bekannte Literatur. Wenngleich auch hier wohl selbstverständlich nicht alle Literatur des Berichtszeitraums Erwähnung finden konnte, so bringt doch das Buch sicherlich die wertvollsten Arbeiten und deren Inhalt in zusammenhängender und gefälliger Form zur Wiedergabe.

Für den angehenden Agrikulturchemiker erweist sich der Bericht aber ganz besonders wertvoll. E. Blanck.

Jahresbericht für Agrikulturchemie. Vierte Folge IV, 1921, der ganzen Reihe vierundsechszigster Jahrgang. Unter Mitwirkung von Forstmeister a. D. Dr. G. Bleul-Schönbühl b. Lindau i. B., Regierungs- und Ökonomierat Dr. G. Bredemann-Landsberg a. W., Dr. A. Gehring-Braunschweig, Prof. Dr. M. Kling-Speyer, Prof. Dr. O. Krug-Speyer, Dr. F. W. Krzymanek-Leipzig, P. Lederle-Augustenberg i. B., Dr. O. Nolte-Berlin, Prof. Dr. Ch. Schätzlein-Neustadt a. H., Dr. L. v. Wissell-Karlsruhe, herausgegeben von Prof. Dr. F. Mach, Direktor der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg i. B. Berlin, P. Parey, 1924. XXXI u. 578 S. Preis 32 Goldmark.

Der Jahrgang 1921 des für jeden wissenschaftlich arbeitenden Landwirt und Agrikulturchemiker unentbehrlichen Jahresberichts reiht sich seinen Vorgängern würdig an. Von den bisherigen Mitarbeiter fehlen Dr. C. Brahm-Berlin, Dr. Heinrich-Rostock und Hofrat Stift-Wien. Neu eingetreten sind dafür Dr. A. Gehring-Braunschweig und Dr. Krzymanek-Leipzig. Die Anordnung des Stoffes ist dieselbe wie in dem vorigen Jahrgang geblieben. In 4 Hauptabschnitten sind I. die Pflanzenproduktion (S. 1—224), II. die Tierproduktion (S. 228—354), III. die landwirtschaftlichen Nebengewerbe, Gärungserscheinungen S. 357—420), IV. Untersuchungsmethoden (S. 423—482) behandelt. Jeder Hauptabschnitt ist wieder in Unterabschnitte und diese sind wieder in einzelne Kapitel geteilt. Neben den Referaten finden sich sehr ausführliche Literaturnachweise. Ein Autorenregister und ein sehr ausführliches Sachregister beschließen das Werk.

v. Seelhorst.

Die Organisation der Pflanzenzucht und des Saatbaus in der deutschen Landwirtschaft von Dr. Karl Heinrich Evers. Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1924. 63 S. Preis 2 Goldmark.

Diese in den sozialwissenschaftlichen Forschungen, herausgegeben von der sozialwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft, erschienene Doktordissertation verdient eingehendste Berücksichtigung von seiten der Landwirte, der Behörden, besonders auch der Staatsbehörden und der Nationalökonomen, denn sie behandelt in klarer überzeugender Weise die Aufgaben und die Bedeutung der Pflanzenzucht für die deutsche Volkswirtschaft und weist die Wege, auf denen diese zu fördern ist. Ich habe die gründliche auf sorgfältigstem Literaturstudium beruhende Arbeit mit großem Interesse gelesen.

v. Seelhorst.

Die Leistung in- und ausländischer Getreidezüchter im Lichte der Sortenprüfungen in Deutschland von 1905—1923 von K. v. Rümker-Emersleben. Berlin, Paul Parey, 1924. 32 S. Preis 2,60 Goldmark.

Geheimrat von Rümker hat in seinen mühevollen Zusammenstellungen den klaren Nachweis gebracht, daß die ausländischen Getreidezüchter den inländischen nicht nur nicht überlegen, sondern den besseren deutschen fast durchweg unterlegen sind. Der deutsche Landwirt handelt deshalb nicht nur im eigenen, sondern auch im volkswirtschaftlichen und vaterländischen Interesse,

wenn er die deutschen Zuchten bevorzugt. Ich wünsche der Broschüre die weiteste Verbreitung nicht nur in landwirtschaftlichen, sondern auch in volkswirtschaftlichen Kreisen. Herr v. Rümker hat sich durch die Herausgabe ein großes Verdienst erworben. v. Seelhorst.

Die landwirtschaftlichen Unkräuter. Farbige Abbildung, Beschreibung und Vertilgungsmittel derselben. Von Dr. A. Thaer, weil. Geh. Hofrat, o. ö. Prof. an der Universität Gießen. Vierte Auflage, neu bearbeitet von Dr. O. Appel, Geh. Reg.-Rat, Direktor der biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem; Honorar-Professor der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin. 24 Farbendrucktafeln nebst Text. Berlin, Paul Parey, 1923. 56 S. Preis geb. Gm. 4.

Die landwirtschaftlichen Unkräuter von Thaer erfreuten sich trotz der für die Praxis nicht ausreichenden Beschreibung der Vertilgungsmaßregeln doch einer gewissen Beliebtheit infolge der guten farbigen Abbildungen. Die Abbildungen sind in der neuen Auflage die alten geblieben, neue sind nicht hinzugekommen. Dagegen hat der Text eine wesentliche Verbesserung durch Umarbeitung und durch Hinzufügungen von in der alten Auflage nicht aufgenommenen Unkräuter erfahren. Wünschenswert wäre, daß in einer neuen Auflage noch näher auf die Bekämpfung der Unkräuter eingegangen würde als es in dieser Auflage bereits geschehen ist. v. Seelhorst.

Berichte über Landwirtschaft, herausgegeben vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Neue Folge, Band I, Heft 3 und 4. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. 235 Seiten. Einzelpreis Gm. 8. Abonnementspreis Gm. 7.

Heft 3 und 4 enthält die Ergebnisse einer Erhebung des Forschungsinstitutes für Agrar- und Siedlungswesen in Berlin, herausgegeben von Univ.-Prof. Dr. M. Sering über die wirtschaftliche und soziale Bedeutung der Zeitpacht in der Deutschen Landwirtschaft, in welcher nach einer kurzen Einleitung von Sering Dr. R. Seiff die Kleinbauerngebiete und Dr. C. v. Dietze das ostelbische Deutschland behandelt. In einem zweiten Aufsatz bespricht Regierungsrat Dr. Bramstedt die Kaufkraftschwankungen von Gold, Roggen und Kohle. Es folgt ein Aufsatz über die schwedische Landwirtschaft von Dr. E. Palmgren und über die Aussichten der Landwirtschaft in Kanada von J. A. Stevenson, hieran schließen sich Mitteilungen über die Ergebnisse der internationalen Landwirtschaftsstatistik über Anbau und Ernte 1922 und 1923 von Regierungsrat Dr. Rauch, über die chinesische Agrarverfassung von Li Kolu und eine Reihe von Mitteilungen über die englische und russische Landwirtschaft sowie über den Weizenbau in den Vereinigten Staaten im Jahre 1923.

Die eingehenden Arbeiten und Mitteilungen sind für den Land- und Volkswirt von großem Interesse. v. Seelhorst.

Wurzelentwicklung verschiedener Kartoffelsorten nach den Verhältnissen des Göttinger Versuchsfeldes.

Von

Dr. OTTO KLÄSENER-Buer-Erle.

Wohl auf keinem Gebiete des Pflanzenbaues herrscht noch soviel Unklarheit wie auf dem der Wurzelkenntnis unserer Kulturpflanzen. Und doch ist für uns ein anschauliches Bild des Wurzelsystems, der Tiefgang der Wurzel und ihre Seitenausbreitung, sowie ihr Einfluß auf die oberirdischen Organe und den Ertrag von der größten Wichtigkeit. Die Pflanzen nehmen mit Hilfe ihrer oberirdischen Organe die Kohlensäure aus der Luft, sämtliche anderen Nährstoffe aber aus dem Boden. Hier ist es Aufgabe der Wurzeln, die Pflanze im Boden zu befestigen, aus dem Boden Wasser und Bodensalze aufzunehmen und zum Sprossystem hinzuleiten. Wir sehen also die große Bedeutung, die den Wurzeln zukommt. Abgesehen von der Natur der Pflanze ist ein Wurzelsystem abhängig von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Bodens.

„Die Pflanzenwurzel wächst, wenn sie eine bestimmte Länge erreicht hat, gleichzeitig in die Dicke. Hierbei muß sie fast überall feste Bodenteilchen verdrängen. Befindet sich der Boden in Einzelkonstruktur, so muß sie hierbei die ganzen Teilchen verdrängen und, falls dieses bei zu enger Lagerung der Bodenteilchen nicht möglich ist, empordrücken. Hierzu ist eine entsprechend große Arbeit erforderlich, welche die Pflanzen oft nicht mehr zu leisten vermögen. In diesem Falle gedeiht sie nicht mehr normal. So finden wir im Seesande, im Dünensande, wie im festgelegten Flugsande zunächst vor der Ansammlung von Humusteilchen eine

sehr kümmerliche Vegetation, welche oft lediglich auf diesen Umstand zurückzuführen sein dürfte."[1]) Es erklärt sich hieraus zum Teil auch die Tatsache, daß durch die tiefere Bodenbearbeitung die Erträge relativ steigen. Ist der Boden in Krümelstruktur, so braucht die Pflanzenwurzel bei ihrem Dickenwachstum die Bodenteilchen nicht emporzuheben. Es ist erklärlich, daß der Druck, den die Wurzeln bei der Verdrängung der Bodenkrümel ausüben müssen, um so geringer ist, je kleiner die Bodenkrümel sind. Der Landwirt muß also auf eine möglichst feine, gleichmäßige Bearbeitung des einzusäenden Bodens sehen und darauf achten, daß dieser Bodenzustand bis zum Abschluß des Längen- und Dickenwachstums der Wurzel anhält.

Der Einfluß der chemischen Bodenbeschaffenheit — ein mehr oder weniger nährstoffreicher Boden — auf die Entwicklung des Wurzelsystems ist leicht erklärlich. Nach Untersuchungen von BURMESTER[2]) setzt „mangelhafter Nährstoffvorrat" im Ackerboden im allgemeinen die quantitative Ausbildung der oberirdischen Organe und der Wurzeln in ihrer absoluten Größe herab, wobei die Verminderung der oberirdischen Substanz mit zunehmender Abnahme eines Nährstoffes wesentlich mehr beschleunigt wird, als die der Wurzeln. In diesem Kampfe ums Dasein behauptet die Pflanze ihre Existenz durch eine größere Wurzelentwicklung. Die hierauf verwendete Substanz und Energie geht der Ausbildung der oberirdischen Organe verloren, wobei es fraglich bleibt, ob die Wurzeln die auf ihre Ausbildung verwendete Menge an Energie und Baustoffen durch nutzbringende Arbeit ihrerseits wieder wettmachen, so daß also ein positiver Erfolg übrig bleibt. Eine Nährstoffzufuhr durch Düngung muß also neben der Ertragsteigerung die Pflanze von einer unwirtschaftlichen Wurzelentwicklung zurückhalten und sie vielmehr veranlassen, die etwa hierauf verwendete Menge an Baustoffen und Energie nur zur Ausbildung der oberirdischen Organe zu verwenden."

Als ältere Arbeiten über Wurzeluntersuchungen führe ich zunächst die von H. THIEL,[3]) C. FRAAS,[4]) MÜLLER-Thurgau[5])

[1]) MITSCHERLICH, Bodenkunde 1905. S. 124.

[2]) BURMESTER, Journal f. Landwirtschaft 1913.

[3]) H. THIEL, Bewurzelung 1865.

[4]) C. FRAAS, Das Wurzelleben der Pflanzen 1872.

[5]) MÜLLER-Thurgau, Über Bedeutung und Wachstum der Wurzeln. Landw. Jahrb. 1875.

und aus jüngerer Zeit die von Werner-Berlin[1]) und Schultz-Lupitz[1]) an.

Diese genannten Forscher haben nicht allein die Tatsache konstatiert, daß allgemeine Gesetzmäßigkeiten über die Wurzelentwicklung der Pflanzen überhaupt bestehen, sondern daß jede Art und Varietät ebenso wie beim Wachstum ihrer oberirdischen Organe so auch bei der Entwicklung ihres Wurzelsystemes nach einem bestimmten, ihr von der Natur vorgezeichneten Plane verfährt.

Wurzeluntersuchungen über Leguminosen lieferten uns Fruwirth,[2]) Hellriegel[2]) und C. Kraus.[2])

Über den Wurzeltiefgang, über die Entwicklung der Wurzeln und ihr Gewicht zur oberirdischen Substanz in verschiedenen Vegetationsstadien, über das Bewurzelungsvermögen der Getreidearten im Vergleich mit anderen Pflanzenarten sind ebenfalls mannigfache Untersuchungen gemacht worden. Zu erwähnen sind hier: Hellriegel,[3]) Haberlandt,[4]) Heinrich,[5]) Garola,[6]) Nobbe,[7]) Nowacki[8]) und Fittbogen.[9]) Eine sehr anschauliche Arbeit über das Wurzelsystem der Getreidearten gibt uns der Wurzelatlas von Schulze-Breslau.

Remy[10]) und v. Seelhorst[11]) stellten Untersuchungen an über das Bewurzelungsvermögen der Kartoffel. Von Interesse für uns sind vor allen Dingen die Feststellungen des letzteren, da sie ebenfalls wie unsere im Göttinger Versuchsfelde — also auf gleichem Boden — gemacht wurden. Trotzdem stehen sie sehr im Widerspruch zu unseren Resultaten. v. Seelhorst fand Kartoffelwurzeln nur bis zu einer Tiefe von 0,75 m und glaubt auch den

---

[1]) Werner u. Schultz-Lupitz, Berichte, Jahrb. der D. L. G. 1891. S. 71.
[2]) Wollny, Forschungen Bd. 15—19.
[3]) Hellriegel, Naturwissenschaftliche Grundlagen, S. 115.
[4]) Haberlandt, Östr. landw. Wochenblatt 1875. Nr. 495, S. 580.
[5]) Heinrich, Landw. Annalen des Mecklbg. patriotischen Vereins 1876. Nr. 7, S. 52—53.
[6]) Garola, Journal d'agriculture 1891. Bd. 1, Nr. 129.
[7]) Nobbe, Landw. Versuchs-Station. Bd. 11, S. 106.
[8]) Nowacki, Getreidebau.
[9]) Fittbogen, Landw. Versuchs-Station. Bd. 6, S. 474.
[10]) Remy, Kartoffelbau 1909.
[11]) v. Seelhorst, Journal f. Landw. 1902. S. 91.

Wurmlöchern keinen Einfluß auf den Wurzeltiefgang beimessen zu können, während wir in unseren Untersuchungen einen bedeutend größeren Wurzeltiefgang festzustellen vermochten und diesen vor allen Dingen auf den sehr günstigen Einfluß der Wurmlöcher zurückführen konnten. Weiter unten werden wir hierauf noch zurückkommen.

Da wir gesehen haben, daß die Ausbildung des Wurzelsystemes abhängig ist von der physikalischen und chemischen Bodenbeschaffenheit, wird es angebracht sein, das Göttinger Versuchsfeld in dieser Hinsicht zu untersuchen und gleichzeitig die klimatischen Verhältnisse Göttingens anzuführen.

TORNAU[1]) führt darüber folgendes aus: Göttingen liegt bekanntlich in dem Grenzgebiet zwischen See- und Kontinentalklima und zeigt deutlich die Nachteile einer derartigen Lage. Der ozeanische Einfluß äußert sich in ziemlich starker Bewölkung, während der des Kontinentalklimas recht erhebliche Temperaturschwankungen und häufige Spät- und Frühfröste bedingt. THIELE (Deutschlands landwirtschaftliche Klimatographie S. 143) gibt an, daß im Durchschnitt der letzte Nachtfrost im Frühjahr am 29. April, der erste Herbstfrost am 24. Oktober eintritt, so daß also danach 178 frostfreie Tage zu verzeichnen wären. Gleichzeitig erwähnt er aber auch, daß in einzelnen Jahren selbst noch am 19. Mai ein Sinken des Thermometers unter 0° beobachtet werden konnte, während der erste Herbstfrost sich bereits am 16. September einstellte. Da überhaupt die Frühjahrstemperatur in Göttingen ziemlich niedrig ist, so ergibt sich eine verhältnismäßig kurze Vegetationszeit. Über mittlere Lufttemperatur, Regenmenge und Luftfeuchtigkeit macht THIELE folgende Angaben:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Luft-Mittel . . .	—0,4	1,2	3,5	8,1	12,1	16,1	17,7
Temperatur in ° C. Max.	8,8	10,3	14,9	21,1	25,8	26,5	29,8
Temperatur in ° C. Min.	—13,6	—11,9	—7,1	1,9	2,7	5,7	8,0
Regentage . . .	14	14	16	12	14	14	16
Regenmengen . .	30	37	40	35	41	56	67
Rel. Luftfeuchtigkeit in Proz. .	84	84	81	74	71	74	76

[1]) TORNAU, Göttinger Hafer 1, 2, 3, 4, Diss.

	Aug.	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Jahres-durch-schnitt
Luft-Mittel . . .	16,9	14,0	9,0	3,5	0,5	8,5
Tempe- { Max.	29,2	25,9	20,2	12,1	9,4	29,8
ratur in ° C. { Min.	6,5	2,1	—1,8	—6,6	—11,8	—13,6
Regentage . . .	71	12	13	15	18	115
Regenmengen . .	66	41	44	45	40	542
Rel. Luftfeuchtigkeit in Proz. .	78	80	84	86	88	80

Die Ausgiebigkeit der jährlichen Regenmenge ist danach ziemlich gering und auf Göttingens Lage im Regenschatten der Harzvorberge zurückzuführen. Sie schwankte jedoch beträchtlich, wie die beobachteten Extreme von 674 mm und 432 mm zeigen. „Auf Mai—Juli entfallen mit sehr geringen Abweichungen 30 %; auf Mai—September 50 % der jährlichen Summe. Am schwächsten sind die Regenfälle in den ersten 4 Monaten des Jahres, von denen der März am reichlichsten bedacht ist. Das Minimum wechselt unter den übrigen dreien ab und tritt im allgemeinen nicht merklich hervor. Nach gleichmäßigem, im Mai beginnenden Anschwellen, werden dem Juli die größten Niederschlagsmengen zu teil, der August hat annähernd dieselben. Im September findet dagegen eine starke Verminderung statt, so daß dieser Monat mit seinem Quantum die ersten vier Monate wenig oder gar nicht übertrifft." (Ebenda S. 140.) Die Winterniederschläge sind wie überall in ozeanisch beeinflußten Klimagebieten ziemlich erheblich.

Recht gleichmäßig über das ganze Jahr verteilen sich die Regentage, deren durchschnittliche Anzahl 171 beträgt, so daß längere Dürreperioden nicht häufig auftreten. „In den Vegetationsmonaten mit den ergiebigsten Regenfällen, von Juni bis August, sind die Regentage nicht häufiger als im Winter, so daß die Regendichte im Sommer größer ist." (Ebenda S. 140.) Es ist dies ein Vorteil für die Vegetation, da sonst den Pflanzen in dieser Zeit nur mäßige Feuchtigkeitsmengen zur Verfügung stehen würden. Zusammenfassend kann man also das Göttinger Klima als ziemlich kühl bezeichnen, mit mittlerer Regenmenge, hoher Luftfeuchtigkeit und starker Bewölkung.

Die Witterungsverhältnisse in der Zeit der Vegetationsperiode für das Jahr 1923 waren folgende:

	Temperatur in 10 cm Bodentiefe	Maximal-temperatur	Minimal-temperatur	Regen-höhe	Sonnen-schein	Temperatur 6^{0h} abends
19—31. April	—	12,0°	3,0°	27,8	$63^{h}\ 00'$	9,3°
Mai . . .	12,4°	13,8°	7,4°	126,0	$136^{h}\ 00'$	13,7°
Juni . . .	12,9°	15,08°	8,16°	62,9	$70^{h}\ 00'$	12,98°
Juli . . .	29,0°	24,7°	12,4°	51,7	$241^{h}\ 10'$	21,8°
August . .	18,1°	21,35°	10,26°	61,2	$211^{h}\ 10'$	18,45°
September .	14,3°	18,6°	8,6°	45,3	$127^{h}\ 35'$	15,4°
Oktober . .	10,8°	14,74°	7,32°	156,9	$66^{h}\ 45'$	12,08°

Das Jahr 1923 war also reich an Niederschlägen. Für die Monate April bis Oktober betrug die Regenhöhe 559 mm; dieselbe beträgt nach den Angaben THIELES 350 mm, die Jahresmenge 542 mm.

Diese Feststellung ist für unsere Untersuchungen von großer Bedeutung, da nach der allgemein herrschenden Ansicht[1]) die Wurzeln in „nassen" Jahren nicht in größere Tiefen eindringen, da sie in den oberen Bodenschichten genügend Feuchtigkeit vorfinden. Wie wir sehen werden, stimmt diese Ansicht mit unseren Resultaten nicht überein.

Über das Göttinger Versuchsfeld gibt uns v. SEELHORST[2]) folgende Angaben: „Das 6,41 ha große Göttinger Versuchsfeld ist vollkommen eben, von gleichmäßiger Bodenbeschaffenheit und liegt auf Diluviallehm". Über die Schichtung und Zusammensetzung des Bodens sagt er folgendes:

„Die Bodenschichtung im nördlichen Teile des Gartens ist folgende:

1. 0,5—0,75 m humoser, mergliger Lehmboden; 3,72% Humus, 3,17% Kalk, 48,6% abschlämmbare Teile, steinlos, Farbe: dunkel.
2. von 0,75—3,0 m Lehm.
3. von 3,0 m an Kies.

Die mechanische Analyse einer Bodenprobe vom Felde A hat folgende Ergebnisse geliefert:

---

[1]) So auch E. STÖSSNER, Landw. Jahrb. 1887. Bd. 16.

[2]) v. SEELHORST, Das landwirtschaftliche Versuchsfeld der Universität Göttingen. S. 5ff.

Es enthalten 1000 g	Ackerkrume	Untergrund 0,5 bis 1,0 m tief
	g	g
Abschlämmbare Teile	486,36	531,00
Feiner Sand unter 0,5 mm Durchmesser	479,10	462,88
Grober Sand 0,5—1,0 mm Durchmesser	10,85	3,73
Perlsand 1—2 mm Durchmesser	12,20	1,88
Feiner Kies 2—3 mm Durchmesser	2,64	0,25
Grober Kies über 3 mm Durchmesser	9,84	0,86

Nach der chemischen Analyse einer Bodenprobe von demselben Felde enthielten 1000 g:

	Ackerkrume	Untergrund
	g	g
Hygroskopisches Wasser	26,909	24,583
Fester gebundenes Wasser	16,631	7,398
Organische Substanz (Humus)	37,210	29,368
In kalter Salzsäure unlöslich	834,960	882,678
In kalter Salzsäure löslich:		
Eisenoxyd	11,096	11,511
Manganoxyduloxyd	2,440	1,508
Tonerde	6,957	8,576
Magnesia	3,349	2,592
Kalk	31,798	14,679
Natron	0,261	0,167
Kali	0,975	0,708
Phosphorsäure	3,703	0,108
Schwefelsäure	0.463	0,270
Kieselsäure	0,185	0,134
Kohlensäure	16,890	9,380
	993,827	993,663
Verlust	6,173	6,337
Gesamtstickstoff	2,50	0,531

Bemerkenswert ist nach dieser Analyse der ganz auffallend reiche Gehalt der Ackerkrume an Phosphorsäure. Daß dieser Reichtum an Phosphorsäure nicht dem Boden eigentümlich, sondern durch Düngung zugeführt ist, zeigt der geringe Phosphorsäuregehalt des Untergrundes: 0,1 %. Der Phosphorsäurereichtum des bisher zugeführten Düngers erklärt sich durch den Umstand, daß das fragliche Land seit vielen Jahren in einzelnen Parzellen als Gemüseland verpachtet gewesen und während dieser Zeit mit

städtischen Abfallstoffen gedüngt ist. Das angebaute Gemüse hat zudem verhältnismäßig wenig Phosphorsäure und viel Kali gebraucht. Der Kaligehalt der Ackerkrume weicht deshalb von dem des Untergrundes nur wenig ab."

Die Forschungen über Wurzelfragen im allgemeinen befinden sich noch vollständig in Fluß. In der einschlägigen Literatur finden wir oft noch widersprechende Angaben. Man hat sich oft auch verleiten lassen, aus ganz speziellen Verhältnissen auf die große Allgemeinheit zu schließen. Vor allen Dingen hat man die Resultate aus Topfversuchen auch auf das Freiland übertragen, was wohl nie richtig sein dürfte und auch mit unseren Resultaten in Widerspruch steht. Daß wir bisher in der Erforschung dieser wichtigen Materie nicht weit vorwärts gekommen sind, liegt wohl an den Schwierigkeiten, die sich bei der technischen Ausführung der Wurzeluntersuchungen ergeben. Wir haben bisher noch keine Methode, die uns in den Stand setzt, die Bewurzelung unserer anzubauenden Pflanzen nach allen Richtungen hin exakt zu studieren. So mannigfaltig auch die benutzten Methoden sind von HELLRIEGEL[1]) bis auf ROTMISTROFF,[2]) es haften ihnen allen Fehler gröberer oder feinerer Natur an.

Bei unseren Untersuchungen sind wir nach folgender Methode vorgegangen: Die Pflanzen wurden mittels eines eisernen Stechzylinders von einer Höhe von 0,25 m und einem Durchmesser von 0,20 m mit der Erde aus dem Boden gehoben, auf ein selbstkonstruiertes Nagelbrett von 0,30 m Höhe seitlich aufgelegt und sorgfältig eingedrückt. Durch einen Wasserstrahl wurde dann die anhaftende Erde abgespült. Anhaftende Steinchen und dergl. wurden mit der Pinzette entfernt. Auf diese Art erhielten wir auf dem Nagelbrett ein ziemlich genaues Bild des Wurzelsystems. Da nun Längenmessungen auf diesem Nagelbrette nicht möglich waren, wurde das Wurzelbild aufgezeichnet, alsdann jede Wurzel einzeln abgenommen und gemessen.

Bei fortschreitender Entwicklung aber genügte dieser Zylinder nicht mehr, wir nahmen alsdann einen größeren Zylinder von

---

[1]) HELLRIEGEL, Beiträge zur naturwissenschaftlichen Grundlage des Ackerbaues, Braunschweig 1883.

[2]) ROTMISTROFF, Die Gebiete der Verbreitung der Wurzeln bei einjährigen Kulturpflanzen. Russisches Journ. f. experimentelle Landwirtschaft Bd. 9, 1908 S. 6ff und 24.

einer Höhe von 0,25 und einem Durchmesser von 0,35 m. Die weitere Verarbeitung der Pflanzen war genau dieselbe wie bei den ersten Pflanzen. Gleichzeitig wurde — was auch schon mit dem kleinen Zylinder geschah — der Boden um die Pflanze herum herausgenommen und auf dem Nagelbrette ausgespült, um auch die Wurzeln, die eine größere Seitenausbreitung hatten, zu gewinnen. Desgleichen wurde auch der Boden unter der ersten herausgenommenen Bodenschicht herausgenommen und ausgespült. Daß bei dieser Art der Wurzelgewinnung trotz sorgfältiger Arbeit Fehler nicht vermieden werden konnten, liegt auf der Hand. Trotzdem glauben wir, ziemlich genaue Resultate gefunden zu haben. Auf diese Art und Weise wurden nun die ersten 10 Pflanzen der „Ebstorfer Heideperle" einer Untersuchung unterzogen.

Da wir aber schon bei dieser ersten Gruppe große Schwierigkeiten zu überwinden hatten, entschlossen wir uns, schon bei der Untersuchung der nächsten Gruppe uns einer anderen Methode zu bedienen. Wir gingen dazu über, jede einzelne Wurzel von oben aus frei zu legen. Eine kleine Handschaufel und eine Pinzette bildeten dabei das Werkzeug. Nachdem dann eine Wurzel freigelegt war, wurde ihr Tiefgang und ihre Seitenausbreitung gemessen und nach der Abnahme auch ihr Längenmaß festgestellt und notiert. Es war dies zwar eine schwierige Arbeit, doch blieb uns kein anderer Weg offen, um sämtliche Wurzeln einer Pflanze zu gewinnen. Kleinere Verluste fanden auch hierbei statt durch das Abreißen kleiner Faserwurzeln — ein Umstand, der sich trotz aller Vorsicht nicht ganz vermeiden ließ. Trotz alledem können wir wohl behaupten, ein genaues Bild des Wurzelsystems bekommen zu haben.

Bei unseren Untersuchungen stand uns folgendes Material zur Verfügung:

1. Ebstorfer Up to date = Auslese,
2. Julikartoffel,
3. Thieles weiße Riesen,
4. Göttinger Industrie.

Um auch einen Vergleich anstellen zu können zwischen Pflanzen aus dem Freilande und Topfpflanzen, wurden am 5. Juni je 6 „Thieles weiße Riesen" und „Original Ebstorfer Up to date" in Töpfen von 0,30 m Durchmesser und einer Tiefe von 1,50 m ausgepflanzt. Die mit Boden aus dem Versuchsfelde gefüllten

Töpfe waren seit 2 Jahren unbenutzt. Zudem waren die Töpfe unten offen und standen in einer Grube auf gewachsenem Boden, so daß man auch hier von einem „unbegrenzten" Wurzeltiefgangsvermögen sprechen kann.

„Ebstorfer Up to date."

Bevor wir zu unseren ersten Untersuchungen herantreten, sei hier Bearbeitung und Düngung des Bodens angeführt. Als Vorfrucht trug der Boden Weizen. Der Boden war im Herbst geschält und etwas später tief gepflügt. Im Frühjahr wurde er dann mit einem Untergrundwühler tief durchgelockert und danach geschleppt. Am 1. Mai wurden dann die Kartoffeln in einer Standweite von 50 × 50 cm ausgepflanzt. Die Düngung, die am 20. April erfolgte, betrug:

197 Pfund 50% Kali pro Morgen
132 „ schwefels. Ammoniak pro Morgen
26,4 „ Harnstoff „ „

Die erste Wurzelauswaschung wurde am 14. Juni vorgenommen. Schon bei dieser ersten jungen Pflanze sehen wir die stattliche Anzahl von 14 Hauptwurzeln, die teilweise schon eine Tiefe von 20—30 cm erreichten. Das Wurzelbild gestaltete sich folgendermaßen:

cm	Länge	Tiefgang	Seitenausbreitung
0—10	1 = 7,15%	6 = 42,9%	11 = 78,60%
10—20	9 = 64,25 „	8 = 57,1 „	3 = 21,4 „
20—30	4 = 28,60 „	—	—

Ein ähnliches Bild bot Pflanze Nr. 2:

cm	Länge	Tiefgang	Seitenausbreitung	14. VI.
0—10	3 = 25,00%	10 = 83,33%	11 = 91,66%	
10—20	8 = 66,64 „	1 = 8,33 „	1 = 8,33 „	
20—30	1 = 8,33 „	1 = 8,33 „	—	
Summa	12	12	12	

Schon bei der dritten Pflanze, die einen Tag später aus dem Boden genommen wurde, sehen wir eine weitere Entwicklung der Wurzeln. Bei ihr erreichten schon drei Wurzeln eine Länge von 30—40 cm, eine Wurzel einen Tiefgang von 37,0 cm. Auch die Seitenausbreitung nahm zu, sehen wir doch zwei Wurzeln in einer Seitenausbreitung von 30—40 cm.

cm	Länge	Tiefgang	Seitenausbreitung 15. VI.
0—10	—	4 = 22,20%	13 = 72,20%
10—20	10 = 55,50%	11 = 61,20 „	3 = 16,70 „
20—30	5 = 27,80 „	2 = 11,10 „	—
30—40	3 = 16,70 „	1 = 5,55 „	2 = 11,10 „
Summa	18	18	18

Die Entwicklung nimmt mit der vierten Pflanze ihren Fortgang. Bei dieser Pflanze waren schon 21 Hauptwurzeln vorhanden.[1])

Bei den Pflanzen Nr. 5—8, die in der Zeit vom 16. Juni bis 20. Juni aus dem Boden genommen wurden, erreichten die Wurzeln zum Teil schon eine Tiefe von 40—50 cm.

Pflanze Nr. 9 wurde am 22. Juni aus dem Boden genommen; bei ihr sehen wir schon zwei Wurzeln in einer Tiefe von 50 bis 60 cm.

Bei der Ausspülung der zehnten Pflanze am 23. Juni zeigte sich eine Wurzel in einer Tiefe von 60—70 cm.

Ein Gesamtbild der Wurzelentwicklung der ersten Gruppe (Nr. 1—10) der „Ebstorfer Up to date“ geben uns nachstehende Tabellen:

Wurzellänge

in einer Länge von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten
0—10	1	3	0	2	0	0	0	1	1	0	8	4,80
10—20	9	8	10	9	5	7	11	8	8	0	75	38,25
20—30	4	1	5	8	15	11	7	9	9	4	73	37,23
30—40	—	—	3	2	1	5	1	4	1	5	22	11,22
40—50	—	—	—	—	1	2	1	3	2	4	13	6,63
50—60	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	1,53
60—70	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1,02
Summa	14	12	18	21	22	25	20	25	23	16	196	

[1]) Wegen des großen Umfanges konnten hier nicht alle Tabellen angeführt werden. Eine Abschrift sämtlicher Tabellen ist im „Institut für Pflanzenbau“ niedergelegt.

Wurzeltiefgang

in einer Tiefe von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten	
0—10	6	10	4	14	11	7	5	11	7	5	80	40,80	89,25
10—20	8	1	11	6	7	4	12	9	10	3	71	36,21	
20—30	—	1	2	0	3	11	2	1	2	2	24	12,24	
30—40	—	—	1	1	0	2	0	3	0	3	10	5,10	10,71
40—50	—	—	—	—	1	1	1	1	2	1	7	3,57	
50—60	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3	1,53	
60—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,51	
Summa	14	12	18	21	22	25	20	25	23	16	196		

Wurzelseitenausbreitung

in einer Ausbreitung von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten
0—10	11	11	13	8	4	15	6	8	12	6	94	47,95
10—20	3	1	3	11	15	8	13	14	9	2	79	40,30
20—30	—	—	—	1	3	1	1	2	2	7	17	8,67
30—40	—	—	2	1	—	—	—	1	—	—	4	2,04
40—50	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,51
50—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,51
Summa	14	12	18	21	22	25	20	25	23	16	196	

An Hand dieser Tabellen vermögen wir sehr schön die immer weiter fortschreitende Entwicklung der Wurzeln festzustellen. Trotz der wenigen Tage, die zwischen der Ausspülung der einzelnen Pflanzen lagen, schritt die Wurzelentwicklung sehr stark vorwärts.

Die Wurzelgewinnung der 2. Gruppe der „Ebstorfer Up to date“ (Nr. 11—20) begann am 7. Juli, also genau 14 Tage später, und dauerte bis zum 20. Juli. Bei der 11. Pflanze sehen wir zwar noch keine größeren Wurzellängen wie bei der letzten Pflanze der 1. Gruppe. Dagegen ist die Wurzelzahl dieser Pflanze auf 26 gestiegen, die Gesamtwurzellänge stieg von 615,0 cm auf 781,0 cm = 27,0 %.

Pflanze Nr. 12 zeigt bei einer Gesamtwurzellänge von 991,5 cm eine Wurzel in einer Tiefe von 73 cm; bei der Pflanze Nr. 13

erreichten schon 2 Wurzeln einen Tiefgang von 70—80 cm, gleichzeitig stieg die Gesamtwurzellänge auf 1125,0 cm.

Pflanzen Nr. 14 und 15 erreichten noch größere Tiefen und gleichzeitig auch eine größere Gesamtwurzellänge.

Tiefen von 90—100 cm erreichten die Wurzeln der Pflanzen Nr. 16—20, auffallenderweise aber fiel die Wurzelzahl und Gesamtwurzellänge von Nr. 20 erheblich. Die Gesamtzahl betrug bei ihr nur 20, die Gesamtwurzellänge nur 980,5 cm. Auch in der Seitenausbreitung der Wurzeln können wir eine Entwicklung feststellen. In der Gruppe 1 erreichten 96,92% aller Wurzeln eine Seitenausbreitung von 0,30 cm, 3,06% eine solche von 30—60 cm, während sich in der 2. Gruppe in einer Seitenausbreitung von 0,30 cm 81,74% bezw. 18,27% in einer Seitenausbreitung von 30—60 cm vorfanden.

Auch bei dem Gesamtwurzelbilde dieser Gruppe läßt sich die fortschreitende Entwicklung — besonders der zunehmende Wurzeltiefgang — feststellen.

Wurzeltiefgang.

in einer Tiefe von cm	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa	in Prozenten	
0— 10	5	6	2	5	9	7	4	10	8	6	62	22,64	
10— 20	5	3	9	5	7	1	7	1	6	3	47	17,15	54,01
20— 30	10	5	11	6	2	2	2	0	1	0	39	14,22	
30— 40	2	6	2	4	6	2	2	1	3	3	31	11,30	
40— 50	1	3	4	4	0	3	4	2	3	1	25	9,14	27,02
50— 60	2	0	2	2	3	2	2	1	2	2	18	6,58	
60— 70	1	2	0	2	2	4	4	2	2	2	21	7,68	
70— 80	—	1	2	2	1	1	2	6	2	2	19	6,95	
80— 90	—	—	—	1	0	1	1	1	1	0	5	1,82	19,00
90—100	—	—	—	—	—	1	1	3	1	1	7	2,55	
Summa	26	26	32	31	30	24	29	27	29	20	274		

3. Gruppe (aus dem Boden genommen in der Zeit vom 27. Juli bis 6. August).

Die Wurzelentwicklung, die, wie wir gesehen haben, bei der 2. Gruppe, noch nicht abgeschlossen war, erfuhr auch in der 3. Gruppe noch ihren Fortgang. Wurzelzahl und Gesamtwurzel-

länge der Pflanze Nr. 21 wiesen eine erhebliche Steigerung auf gegenüber denen der letzten Pflanze der 2. Gruppe. Die Wurzeln der Pflanzen Nr. 22—24 hatten zum Teil einen Wurzeltiefgang bis zu 110 cm, Nr. 25 bis zu 120 cm. Der Tiefgang der Wurzeln der Pflanzen Nr. 26—28 betrug schon bis zu 130 cm, während die Pflanzen Nr. 29 und 30 zum Teil sogar einen Tiefgang bis zu 140 cm aufzuweisen vermochten.

Gleichzeitig stieg die Gesamtwurzellänge von 1620,0 cm bei Pflanze Nr. 21 bis auf 2210,0 cm bei Pflanze Nr. 30.

Interessant ist es, einmal zu beobachten, wie sich der Prozentsatz der Wurzeln in den verschiedenen Tiefen bei fortschreitender Entwicklung immer mehr nach unten verlegt.

Tiefgang	Gruppe		
	I.	II.	III.
cm	%	%	%
0— 30	89,25	54,07	40,15
30— 70	10·71	34,70	33,24
70—100	—	11,32	17,28
100—140	—	—	9,27

Ein ähnliches Bild sehen wir bei der Seitenausbreitung:

Seitenausbreitung	Gruppe		
	I.	II.	III.
cm	%	%	%
0—30	96,92	81,74	65,10
30—60	3,06	18,27	31,90
60—80	—	--	2,99

Am besten sehen wir die Wurzelentwicklung bei einer Zusammenstellung der Wurzeltiefen der drei Gruppen:

(Siehe nebenstehende Tabelle.)

Diese Tabelle lehrt uns, daß die Kartoffelwurzeln sehr große Tiefen erreichen können und stets bestrebt sind, bei fortschreitender Entwicklung ihrer oberirdischen Organe in noch größere Tiefen zu gelangen, um hier die Nährstoffe für die Pflanze heraufzuholen. Gleichzeitig ersehen wir auch, daß die Wurzelentwicklung dieser Pflanzen am 6. August noch nicht abgeschlossen ist und wahrscheinlich noch größere Tiefen erreicht wurden.

Es wäre eine interessante Aufgabe, unsere Untersuchungen einmal durch die ganze Vegetationsperiode fortzusetzen.

in einer Tiefe von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Summa
0— 10	6	10	4	14	11	7	5	11	7	5	5	6	2	5	9	7	4	10	8	6	5	7	5	2	4	7	7	4	2	6	191
10— 20	8	1	11	6	7	4	12	9	10	3	5	3	9	5	7	1	7	1	6	3	6	6	4	6	3	2	5	7	3	4	164
20— 30	—	1	2	0	3	11	2	1	2	2	10	5	11	6	2	2	2	0	1	0	0	1	1	2	5	3	0	3	3	8	89
30— 40	—	—	1	1	0	2	0	3	0	3	2	6	2	4	6	2	2	1	3	3	1	2	3	1	3	3	2	3	3	2	64
40— 50	—	—	—	—	1	1	1	1	2	1	1	3	4	4	0	3	4	2	3	1	2	0	2	2	2	6	1	2	2	2	52
50— 60	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	2	0	2	2	3	2	2	1	2	2	5	1	3	3	7	2	2	3	6	3	57
60— 70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	0	2	2	4	4	2	2	2	1	2	4	1	1	2	1	1	4	4	43
70— 80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	1	2	6	2	2	4	3	4	3	3	2	0	2	1	2	43
80— 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0	1	1	1	1	0	3	4	1	3	3	2	1	1	1	2	26
90—100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	1	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	1	14
100—110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	1	1	1	2	3	0	14
110—120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	0	1	6
120—130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	0	6
130—140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
																															771

Wir wenden uns jetzt der zweiten Sorte „Alte Juli“ zu, von der wir 10 Pflanzen einer Untersuchung unterworfen haben. Die Pflanzen mit ihren Wurzeln wurden in der Zeit vom 14.—31. August auf dieselbe Art aus dem Boden genommen wie die der Gruppe 2 und 3 der „Ebstorfer Up to date“. Als Vorfrucht trug der Boden hier Gerste. Im Herbste wurde der Boden geschält, geeggt und Anfang November tief gepflügt. Vor und nach der Tiefenlockerung mit dem Untergrundwühler Ende März wurde der Boden geschleppt. Die Düngung erfolgte am 6. April und betrug je Morgen 125 Pfund 50prozent. Kali und 89 Pfund Harnstoff. An Kartoffelknollen wurden am 14. April je Hektar 172,5 dz ausgepflanzt.

Bei dieser Sorte lagen ähnliche Verhältnisse vor wie bei „Up to date“. Die durchschnittliche Wurzelzahl (36,2) war allerdings größer als bei der letzten Sorte, dagegen war der Wurzeltiefgang nicht so groß. Der größte festgestellte Tiefgang betrug 106,5 cm, die größte Seitenausbreitung 86,0 cm.

Auch hier sei wieder ein Gesamtbild des Wurzeltiefgangs gegeben:

in einer Tiefe von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten	
0— 10	4	3	8	5	6	5	3	3	10	7	54	14,90	
10— 20	8	9	9	5	9	9	8	11	12	15	95	26,22	54,92
20— 30	5	4	4	2	5	6	5	6	7	6	50	13,80	
30— 40	8	7	3	5	1	7	7	6	—	1	45	12,42	
40— 50	6	7	4	—	4	6	5	5	3	2	42	11,60	31,49
50— 60	5	4	1	1	4	3	3	4	—	2	27	7,47	
60— 70	2	1	2	4	1	—	3	3	2	3	21	5,82	
70— 80	1	2	3	1	1	2	1	3	2	1	17	4,71	11,64
80— 90	—	—	—	1	—	—	1	1	1	—	4	1,11	
90—100	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	0,83	1,94
100–110	—	—	—	2	1	—	—	1	—	—	4	1,11	
Summa	39	37	34	26	32	38	36	44	38	38	362		

Die Entwicklung war auch bei dieser Sorte noch nicht abgeschlossen. Die Zahlen zeigen uns deutlich noch einen erheblichen Fortschritt in der Wurzelentwicklung.

Vergleichen wir einmal die Zusammenstellung des Wurzeltiefganges dieser Sorte mit der letzten Gruppe der Up to date-

Pflanzen, so können wir sagen, daß hier gewissermaßen ein Ausgleich stattgefunden hat. Bei „Up to date“ sehen wir eine geringere Wurzelzahl und größeren Tiefgang, bei „Alte Juli“ größere Wurzelzahl und geringeren Wurzeltiefgang.

Noch deutlicher kommt dieser Ausgleich zum Ausdruck bei „Thieles weiße Riesen“. Auch von dieser Sorte haben wir 10 Pflanzen untersucht. Vorfrucht, Bearbeitung und Düngung des Bodens waren die gleichen wie bei „Alte Juli“.

Der Wurzeltiefgang der 10 untersuchten Pflanzen war folgender:

in einer Tiefe von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten	
0— 10	11	7	8	7	8	8	6	4	7	5	71	18,00	
10— 20	14	11	17	16	13	13	8	12	7	8	119	30,24	68,54
20— 30	5	7	9	9	5	7	13	5	9	11	80	20,30	
30— 40	6	7	4	4	4	5	7	4	2	4	47	11,91	
40— 50	2	4	4	4	3	4	2	2	4	2	31	7,87	23,84
50— 60	3	1	1	1	2	2	1	3	1	1	16	4,06	
60— 70	—	3	1	2	2	—	2	1	—	1	12	3,05	
70— 80	1	1	—	—	2	3	1	—	1	1	10	2,54	7,62
80— 90	—	1	1	—	2	—	—	—	1	—	5	1,27	
90—100	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	3	0,76	
Summa	42	42	45	44	42	42	40	31	33	33	394		

In der Zeit vom 7.—21. September wurden diese Pflanzen aus dem Boden genommen. Die Entwicklung der Wurzel war also abgeschlossen, was ja auch schon aus der Tabelle hervorgeht. Ein einheitliches Bild des Wurzeltiefgangs dieser Sorte bieten uns unsere Untersuchungen nicht. Der Tiefgang der Wurzeln variiert hier ziemlich erheblich. Bei Pflanze Nr. 8 erreichte eine Wurzel einen Höchsttiefgang von 61,5 cm; der größte Wurzeltiefgang bei Pflanze Nr. 9 war 98,0 cm.

Gegenüber „Alte Juli“ stieg bei „Thieles weiße Riesen“ die Gesamtwurzelzahl von 362 auf 394 = 9,20%; dagegen erreichten die Wurzeln letzterer Sorte eine geringere Tiefe als „Alte Juli“.

Auch bei der Seitenausbreitung dieser Sorte fanden sich große Unterschiede vor.

Wurzelseitenausbreitung

in einer Ausbreitung von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten
0—10	6	6	7	3	10	6	5	2	5	4	54	13,68
10—20	8	9	10	9	10	9	10	11	9	9	94	23,82
20—30	12	10	13	17	10	14	8	11	8	10	113	28,75
30—40	13	9	6	7	8	5	5	3	4	3	63	15,98
40—50	3	5	4	4	3	5	6	2	3	3	38	9,65
50—60	—	2	3	1	—	1	1	1	2	2	13	3,30
60—70	—	1	2	1	—	1	2	1	1	2	11	2,79
70—80	—	—	—	2	1	—	1	—	1	—	5	1,27
80—90	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	3	0,76
Summa	42	42	45	44	42	42	40	31	33	33	394	

Seitenausbreitungsgrößen von 50 cm standen solche von 80—90 cm gegenüber!

Wie wir gesehen haben, war der Wurzeltiefgang von „Thieles weiße Riesen“ ein geringerer als der von „Alte Juli“; die prozentuale Zusammenstellung der Seitenausbreitung in den verschiedenen Größen gestaltete sich aber günstiger für „Thieles weiße Riesen“:

In einer Ausbreitung von cm	Thieles weiße Riesen %	Alte Juli %
0—20	37,50	47,50
20—40	44,73	40,90
40—60	12,95	8,31
60—90	4,82	3,33

Göttinger Industrie.

Aus dem Boden genommen wurden diese Pflanzen in der Zeit vom 24. September bis 22. Oktober. Die Düngung und Bodenbearbeitung war dieselbe wie bei „Ebstorfer Up to date“. Die Wurzelgewinnung dieser 10 Göttinger Industriepflanzen war sehr schwierig, denn die Wurzeln dieser Sorte besaßen einen ganz gewaltigen Tiefgang. Tiefen von 1,80—2 m waren keine Seltenheit. Schon bei der ersten Pflanze erreichten 5 Wurzeln eine Tiefe von 1,70—2 m. Das Wurzelbild der 2. Pflanze gestaltete sich folgendermaßen:

Wurzel cm	Länge	Tiefgang	Seitenausbreitung
0— 10	—	4 = 11,10%	6 = 16,68%
10— 20	1 = 2,78%	3 = 8,34 „	11 = 30,60 „
20— 30	1 = 2,78 „	2 = 5,56 „	9 = 25,00 „
30— 40	3 = 8,34 „	2 = 5,56 „	4 = 11,10 „
40— 50	2 = 5,56 „	3 = 8,34 „	1 = 2,78 „
50— 60	4 = 11,10 „	2 = 5,56 „	1 = 2,78 „
60— 70	2 = 5,56 „	3 = 8,34 „	2 = 5,56 „
70— 80	4 = 11,10 „	1 — 2,78 „	1 = 2,78 „
80— 90	3 = 8,34 „	1 = 2,78 „	1 = 2,78 „
90—100	1 = 2,78 „	1 = 2,78 „	—
100—110	1 = 2,78 „	2 = 5,56 „	—
110—120	—	2 = 5,56 „	—
120—130	3 — 8,34 „	2 = 5,56 „	—
130—140	2 = 5,56 „	2 = 5,56 „	—
140—150	2 = 5,56 „	1 = 2,78 „	—
150—160	1 = 2,78 „	2 = 5,56 „	—
160—170	2 = 5,56 „	1 = 2,78 „	—
170—180	1 = 2,78 „	—	—
180—190	2 = 5,56 „	1 = 2,78 „	—
190—200	—	1 = 2,78 „	—
200—210	1 = 2,78 „	—	—
Summa	36	36	36

Aus dieser Tabelle können wir ersehen, wie gleichmäßig die Pflanze die Wurzeln in den verschiedenen Tieflagen zu verteilen vermag.

Die Wurzelverhältnisse der ferner untersuchten Pflanzen waren ähnliche wie die der zweiten Pflanze. (Siehe Tab. S. 84 oben.)

Auch in der Seitenausbreitung erreichten die Wurzeln gewaltige Dimensionen. Wir sehen hier Wurzeln mit einer Seitenausbreitung bis zu 120 cm! (Siehe Tab. S. 84 unten.)

Fassen wir einmal die Resultate zusammen, so können wir sagen, daß die Wurzeln der Kartoffeln sehr tief in den Boden einzudringen vermögen, daß aber auch gleichzeitig die Ausbreitung zur Seite ebenfalls noch sehr groß sein kann. Es braucht also der eine Faktor „Tiefgang“ nicht zu leiden unter dem Faktor „Seitenausbreitung“. Bei vielen Wurzeln haben wir feststellen können, daß sowohl die Ausbreitung zur Seite als auch die von derselben Wurzel erreichte Tiefe nicht unerheblich war.

Wurzeltiefgang

in einer Tiefe von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten	
0— 10	8	4	7	9	5	6	7	6	5	4	61	15,74	
10— 20	3	3	3	4	2	6	6	4	4	4	37	9,55	33,29
20— 30	2	2	4	4	3	3	3	3	4	3	31	8,00	
30— 40	4	2	2	3	3	2	5	3	2	4	30	7,74	
40— 50	4	3	3	1	2	4	1	1	4	4	27	6,96	20,12
50— 60	2	2	2	2	3	—	3	3	2	2	21	5,42	
60— 70	1	3	2	2	2	1	3	3	3	2	22	5,68	
70— 80	1	1	2	2	2	4	2	3	3	4	24	6,19	16,41
80— 90	1	1	2	2	2	1	2	2	2	3	18	4,54	
90—100	2	1	2	2	2	1	—	2	3	—	15	3,87	
100—110	—	2	—	2	2	2	3	1	1	2	15	3,87	11,61
110—120	—	2	—	3	1	2	3	1	1	2	15	3,87	
120—130	1	2	1	2	2	1	3	1	3	1	17	4,38	
130—140	1	2	1	1	1	1	1	—	1	3	12	3,10	9,03
140—150	—	1	—	1	—	1	—	1	—	2	6	1,55	
150—160	2	2	1	—	1	—	1	—	—	1	8	2,06	
160—170	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	11	2,84	6,70
170—180	2	—	—	1	1	—	1	—	1	—	7	1,80	
180—190	2	1	1	—	—	1	—	1	—	1	7	1,80	
190—200	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	3	0,77	2,83
200—210	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,26	
Summa	38	36	32	43	36	38	45	36	40	44	388		

Wurzelseitenausbreitung

in einer Ausbreitung von cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	in Prozenten
0— 10	6	6	5	12	9	9	8	6	9	7	77	19,84
10— 20	13	11	11	8	9	11	10	5	11	13	102	26,31
20— 30	7	9	5	5	5	4	7	6	7	10	65	16,75
30— 40	6	4	3	10	3	5	6	7	4	3	51	13,12
40— 50	2	1	3	3	3	1	7	3	5	5	33	8,51
50— 60	2	1	2	3	1	2	3	4	2	4	24	6,19
60— 70	2	2	3	—	2	—	2	—	1	—	14	3,62
70— 80	—	1	—	—	2	2	—	1	1	1	8	2,06
80— 90	—	1	—	2	1	1	2	1	—	—	8	2,06
90—100	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,26
100—110	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	3	0,77
110—120	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2	0,52
Summa	38	36	32	43	36	38	45	36	40	44	388	

Mit fortschreitender Entwicklung des Wurzelsystems können wir auch eine relativ gleichmäßige Gewichtszunahme der Wurzeln feststellen. Als Maßstab hierbei dient am besten die Gesamtwurzellänge jeder einzelnen Pflanze. An Hand folgender Tabellen können wir diese Entwicklung übersehen:

„Up to date".

Pflanze Nr.	Gesamtwurzellänge in cm	Gewicht der Haupt-	Gewicht der Neben-Wurzeln	Gesamtwurzelgewicht
1.	233,0	12,64	4,08	16,72
2.	153,5	9,86	3,02	12,88
3.	395,5	14,23	4,84	19,07
4.	442,0	14,88	4,89	19,77
5.	538.5	15,36	5,03	20,39
6.	671,5	17,75	5,92	23,67
7.	440,0	14,55	4,71	19,26
8.	618,0	17,22	5,62	22,84
9.	580,0	15,68	4,61	20,29
10.	615,0	15,98	4,67	20,65
Summa	4686,5	148,15	47,39	195,54
11.	781,0	18,20	6,12	24,32
12.	991,5	19,31	5,91	25,22
13.	1125,0	19,86	6,30	16,16
14.	1364,5	21,46	6,81	28,27
15.	1231,5	20,82	6,63	27,45
16.	1216,0	20,64	6,51	27,15
17.	1493,0	22,38	6,93	29,31
18.	1624,0	24,42	7,42	31,84
19.	1458,0	22,06	6,60	28,66
20.	980,5	19,29	5,69	24,98
Summa	12265,0	208,44	64,92	273,36
21.	1620,0	24,86	6,88	31,74
22.	1800,0	25,91	7,20	33,11
23.	2130,5	27,51	10,42	37,93
24.	1695,0	24,18	6,74	30,92
25.	1909,5	25,06	7,11	32,7
26.	1907,0	25,98	7,84	33,82
27.	1721,0	24,54	7,62	32,16
28.	1981,0	25,65	9,14	34,79
29.	2099,5	26,02	9,77	35,79
30.	2210,0	27,74	10,81	38,55
Summa	19073,5	257,45	83,53	340,98

Die Zahlen zeigen uns bei zunehmender Wurzellänge eine Zunahme des Wurzelgewichtes sowohl der Haupt- als auch der Nebenwurzeln. Es verhalten sich die Gesamtwurzellängen in den einzelnen Gruppen:

Gesamtwurzellänge . . 4686,5 : 12265,0 : 19073,5 = 100 : 261 : 408
Gesamtwurzelgewicht . 196,54 : 273,36 : 340,98 = 100 : 149 : 173

Dieselben Vergleiche können wir auch an den drei anderen Sorten anstellen. Hier erhalten wir folgende Zahlen:

„Alte Juli."

Pflanze Nr.	Gesamtwurzellänge in cm	Gewicht in g Haupt-Wurzeln	Gewicht in g Neben-Wurzeln	Gesamtwurzelgewicht
1.	1750,0	25,17	9,74	34,91
2.	1723,5	25,08	9,41	34,49
3.	1450,5	22,32	7,89	30,21
4.	1365,0	22,04	7,63	29,67
5.	1522,0	23,16	8,42	31,58
6.	2046,3	27,74	10,04	36,78
7.	1889,5	25,18	7,46	32,64
8.	1499,5	23,01	6,81	29,82
9.	1783,5	25,55	8,02	33,57
10.	1758,0	25,79	8,16	33,95
Summa	16788,0	245,04	83,58	327,62
	„Thieles weiße Riesen".			
1.	1722,0	24,93	7,91	32,84
2.	1996,5	26,04	10,05	36,09
3.	1986,0	25,92	9,82	35,74
4.	2025,0	26,54	10,37	36,91
5.	1949,5	25,72	9,66	35,38
6.	1958,0	25,89	9,91	35,80
7.	2043,5	27,12	10,88	38,00
8.	1391,0	22,07	6,98	29,05
9.	1563,0	23,22	7,23	30,45
10.	1579,0	23,67	7,52	31,19
Summa	18213,5	251,12	90,33	341,45
	„Göttinger Industrie".			
1.	3140,0	34,09	12,44	46,53
2.	3636,0	39,95	14,71	54,66
3.	2373,0	28,42	10,87	39,29
4.	3549,0	39,23	14,21	53,44
5.	3326,0	37,82	13,93	51,75
6.	3265,0	36,62	13,72	50,34
7.	3717,0	40,08	15,40	55,48
8.	2983,0	33,61	11,37	45,98
9.	3203,0	36,18	13,14	49,32
10.	4069,0	43,76	17,20	60,96
Summa	33261,0	369,76	136,99	507,75

Gesamtwurzellänge . .	16788,0	: 18213,5	: 33261,0	= 100 : 108,2 : 198
Gesamtwurzelgewicht .	327,62 :	341,45 :	507,75	= 100 : 104,1 : 155

Desgleichen haben wir auch die Trockengewichte der Wurzeln jeder Gruppe und Sorte zusammengestellt. Die Wurzeln wurden an der Luft getrocknet. Vor dem Wägen wurden sie dann 1 Stunde lang im Trockenofen nachgetrocknet, um auch die Schwankungen der Luftfeuchtigkeit auszuschalten.

Wir erhielten hier folgende Zahlen für die Gesamtwurzel-Trockengewichte jeder einzelnen Pflanze:

„Up to date".

Gruppe 1.

Pflanze Nr.	Frisch- Gewicht	Trocken-	Verlust an H_2O
1.	16,72	1,080	15,640
2.	12,88	0,830	12,050
3.	19,07	1,280	17,790
4.	19,77	1,285	18,485
5.	20,39	1,325	19,065
6.	23,67	1,558	22,112
7.	19,26	1,266	17,994
8.	23,84	1,571	22,269
9.	20,29	1,345	18,945
10.	20,65	1,379	19,271
Summa	196,54	12,919	183,621

Durchschnittlicher Gehalt an $H_2O = 93{,}41\,\%$.

Gruppe 2.

Pflanze Nr.	Frisch- Gewicht	Trocken-	Verlust an H_2O
11.	24,32	2,021	22,299
12.	25,22	2,102	23,118
13.	26,16	2,200	23,960
14.	28,27	2,412	25,858
15.	27,45	2,345	25,105
16.	27,15	2,324	24,826
17.	29,31	2,592	26,718
18.	31,84	2,869	28,971
19.	28,66	2,607	26,053
20.	24,98	2,312	22,668
Summa	273,36	23,784	249,576

Durchschnittlicher Gehalt an $H_2O = 91{,}52\,\%$.

Gruppe 3.

Pflanze Nr.	Frisch- Gewicht	Trocken- Gewicht	Verlust an H_2O
21.	31,74	3,021	28,719
22.	33,11	3,281	29,829
23.	37,93	3,642	34,288
24.	30,92	3,037	27,883
25.	32,17	3,216	28,954
26.	33,82	3,472	30,348
27.	32,16	3,318	28,842
28.	34,79	3,881	31,209
29.	35,79	3,685	32,105
30.	38.55	3,979	34,571
Summa	340,98	34,232	306,748

Durchschnittlicher Gehalt an $H_2O = 90{,}10\,\%$.

„Alte Juli".

Pflanze Nr.	Frisch- Gewicht	Trocken- Gewicht	Verlust an H_2O
1.	34,91	3,641	31,269
2.	34,49	3,592	30,898
3.	30,21	3,242	26,968
4.	29,67	3,159	26,511
5.	31,58	3,360	28,220
6.	36,58	3,957	32,823
7.	32,64	3,551	29,089
8.	29,84	3,242	26,598
9.	33,57	3,684	29,886
10.	33,95	3,775	30,175
Summa	327,64	35,203	292,437

Durchschnittlicher Gehalt an $H_2O = 89{,}50\,\%$.

„Thieles weiße Riesen".

Pflanze Nr.	Frisch- Gewicht	Trocken- Gewicht	Verlust an H_2O
1.	32,84	3,618	29,222
2.	36,09	4,020	32,070
3.	35,74	3,915	31,825
4.	36,91	4,095	32,815
5.	35,38	3,828	31,552
6.	35,80	4,000	31,800
7.	38,00	4,210	33,790
8.	29,05	3,295	25,755
9.	30,45	3,401	27,049
10.	31,19	3,484	27,706
Summa	341,45	37,866	303,584

Durchschnittlicher Gehalt an $H_2O = 88{,}00\,\%$.

„Göttinger Industrie".

Pflanze Nr.	Frisch- Gewicht	Trocken-	Verlust an H_2O
1.	46,53	5,175	41,355
2.	54,66	6,092	48,568
3.	39,29	4,275	35,015
4.	53,44	5,998	47,442
5.	51,75	5,881	45,869
6.	50,34	5,715	44,625
7.	55,48	6,310	49,170
8.	45,98	5,288	40,692
9.	49,32	5,660	43,660
10.	60,96	7,080	53,880
Summa	507,75	57,447	450,276

Durchschnittlicher Gehalt an $H_2O = 88{,}72\,\%$.

Der Wassergehalt der Wurzeln ist also in der Jugend am größten, er sinkt langsam mit zunehmendem Alter der Wurzeln.

Hier sei auch ein Vergleich angebracht zwischen den Gewichten der Knollen, der oberirdischen Teile und der Wurzeln:

„Up to date".

Gruppe 1.

Pflanze Nr.	Frischgewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
1.	—	29,50	16,72
2.	—	23,54	12,88
3.	—	39,82	19,07
4.	—	56,60	19,77
5.	—	48,83	20,39
6.	—	39,52	23,67
7.	—	88,58	19,26
8.	—	41,00	23,84
9.	18,92	86,75	20,29
10.	1,00	144,63	20,65
Summa	19,92	598,77	196,54
R.	100 :	3004 :	988
σ	—	34,79	2,71
v	—	58,20	7,95

Gruppe 2.

Pflanze Nr.	Frischgewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
11.	6,00	276,25	24,32
12.	9,30	132,64	25,22
13.	56,10	404,00	26,16
14.	20,35	302,50	28,27
15.	47,25	290,50	27,45
16.	8,07	167,50	27,15
17.	86,60	430,50	29,31
18.	83,03	402,00	31,84
19.	37,72	313,50	28,66
20.	52,92	201,50	24,98
Summa	404,34	2920,89	273,36
R.	100 :	716 :	67,1
σ	28,02	78,55	2,11
v	68,80	26,90	7,75

Gruppe 3.

21.	106,85	380,12	31,74
22.	81,95	493,20	33,11
23.	291,00	773,50	37,93
24.	153,50	443,51	30,92
25.	189,00	426,26	32,17
26.	401,50	817,44	33,82
27.	150,50	380,25	32,16
28.	288,50	595,60	34,79
29.	286,00	665,50	35,79
30.	318,00	530,00	38,55
Summa	2266,80	5505,38	340,98
R.	100 :	241,4 :	15
σ	88,60	144,20	2,58
v	39,20	26,21	7,56

Diese Zahlen lehren uns, daß bei fortschreitender Entwicklung des Wurzelsystems von einer gleichzeitig relativen Entwicklung der oberirdischen Organe und der Knollen nicht die Rede sein kann. Zwar stieg, bezw. fiel bei den ersten 4 Pflanzen bei einer Gewichtszunahme — bezw. Abnahme der Wurzel gleichzeitig auch das Gewicht der oberirdischen Organe. Bei Pflanze Nr. 5 sehen wir aber schon die ungleichmäßige Entwicklung. Im Vergleich mit Pflanze Nr. 4 stieg das Wurzelgewicht um 1,6%, das Gewicht der oberirdischen Teile war dagegen 7,2% geringer. Pflanze

Nr. 6 zeigte gegenüber Pflanze Nr. 4 bei einer Zunahme des Wurzelgewichtes um 9,0% eine Abnahme des Gewichtes der oberirdischen Organe um 17,08 g = 17,8%.

Pflanze Nr. 7 besaß ein — wenn auch nur wenig — geringeres Wurzelgewicht wie Pflanze Nr. 4, das Gewicht der oberirdischen Organe stieg dagegen von 56,60 g auf 88,58 g = 22,0%.

Bei Pflanze Nr. 8 lagen ungefähr gleiche Verhältnisse vor wie bei Pflanze Nr. 6.

Pflanzen Nr. 9 und 10 besaßen ungefähr gleiche Wurzelgewichte. Hier fanden sich die ersten Knollen vor. Pflanze Nr. 9 zeigte eine für ihre Jugend kräftige Knollenentwicklung, das Gewicht der oberirdischen Organe war dementsprechend nicht nachgefolgt. Pflanze Nr. 10 dagegen besaß ein geringes Knollengewicht, dagegen eine sehr starke Entwicklung der grünen Triebe.

Aus diesen letzten Zahlen (Pflanzen Nr. 9 und 10) sowie auch aus den Gewichtsverhältnissen der Pflanzen Nr. 11 und 12 ließe sich der Schluß ziehen, daß unabhängig von der Wurzelentwicklung die Entwicklung der Knollen auf Kosten der oberirdischen Organe, sowie auch umgekehrt, die Entwicklung der oberirdischen Organe auf Kosten der Knollenbildung geschehen. Daß dem aber nicht so ist, beweisen uns Pflanzen Nr. 16, 17, 18. Pflanze Nr. 16 zeigte eine schwache Knollenbildung und gleichzeitig auch eine geringe Entwicklung der oberirdischen Triebe, Pflanze Nr. 17 und 18 eine kräftige Entwicklung der oberirdischen Organe sowie auch der Knollen.

Die Unterschiede sind wahrscheinlich bedingt durch einen verschiedenen Gesundheitszustand der Pflanzen. Gesunde Stauden lieferten starkes Kraut und viel Knollen, schwächliche Stauden dagegen wenig Knollen. Auch die Konstitutionsschwäche wird hierbei eine Rolle spielen. Als Hauptergebnis können wir sagen, daß die Wurzelentwicklung ziemlich gleichmäßig ist, schwache Pflanzen besaßen ebensoviel Wurzelmasse wie starke kräftige Pflanzen. Schwache Entwicklung ist also nicht durch ein schwaches Wurzelsystem bedingt.

Ähnliche Gewichtsverhältnisse lagen vor bei den Pflanzen Nr. 21, 23, 24, 25 und 26. Aber auch hier muß wieder betont werden, daß relativ der Wurzelentwicklung die Entwicklung der oberirdischen Organe und der Knollen nicht stieg. Im allgemeinen sehen wir zwar bei einem Steigen des Gewichtes der Wurzeln

auch eine Zunahme des Gewichtes der Knollen und der oberirdischen Organe; doch stehen dem auch widersprechende Angaben gegenüber.

Stellen wir diese Untersuchungen mit den Trockengewichten an, so erhalten wir folgende Zahlen:

„Up to date".

Gruppe 1.

Pflanze Nr.	Trockengewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
1.	—	2,63	1,080
2.	—	1,19	0,830
3.	—	4,13	1,280
4.	—	5,12	1,285
5.	—	4,78	1,325
6.	—	4,29	1,558
7.	—	9,83	1,266
8.	—	4,10	1,571
9.	2,30	11,59	1,345
10.	0,20	17,55	1,379
Summa	2,50	65,21	12,919
R.	100 :	2615 :	518
σ	—	3,76	0,200
v	—	57,50	15,48

Gruppe 2.

Pflanze Nr.	Trockengewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
11.	1,05	33,34	2,021
12.	1,80	6,15	2,102
13.	9,10	46,41	2,200
14.	3,40	26,97	2,412
15.	7,05	21,06	2,345
16.	1,02	17,96	2,324
17.	15,25	45,61	2,592
18.	14,65	83,03	2,869
19.	6,42	21,03	2,607
20.	8,77	33,05	2,312
Summa	68,51	334,61	23,784
R.	100 :	489 :	34,41
σ	4,9	20,35	0,243
v	71,5	60,8	10,25

Gruppe 3.

Pflanze Nr.	Trockengewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
21.	13,80	45,10	3,021
22.	12,95	52,61	3,281
23.	54,43	79,50	3,642
24.	31,05	51,25	3,037
25.	44,92	48,61	3,216
26.	98,01	93,02	3,472
27.	27,50	49,82	3,318
28.	57,56	89,22	3,581
29.	53,02	85,37	3,685
30.	62,54	60,05	3,979
Summa	455,78	654,55	34,232
R.	100 :	143,8 :	7,53
σ	24,30	19,44	0,286
v	53,30	29,80	8,38

Auch diese Zahlen zeigen die großen Verschiedenheiten, die zwischen den Gewichten der Wurzeln, der Knollen und der oberirdischen Organe liegen; hier treten die Unterschiede zum Teil noch schärfer hervor.

Da bei den 3 anderen Sorten ein Teil der Blätter schon vertrocknet war, seien für diese Sorten nur die Trockengewichte gebracht. Es ergaben sich hier folgende Zahlen:

„Alte Juli".

Pflanze Nr.	Trockengewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
1.	68,77	18,51	3,641
2.	105,22	18,66	3,592
3.	243,50	59,50	3,242
4.	69,51	45,77	3,159
5.	179,50	35,85	3,360
6.	128,00	22,10	3,957
7.	215,00	18,52	3,551
8.	197,00	22,20	3,242
9.	186,52	30.60	3,694
10.	132,50	31,30	3,775
Summa	1525,52	303,01	35,203
R.	100 :	19,85 :	2,31
σ	56,20	12,54	0,254
v	37,00	41,48	7,20

„Thieles weiße Riesen".

Pflanze Nr.	Trockengewicht in Gramm der Knollen	oberirdischen Teile	Wurzeln
1.	218,00	52,71	3,618
2.	263,00	73,50	4,020
3.	176,00	41,23	3,915
4.	159,77	41,30	4,095
5.	234,00	41,55	3,828
6.	291,00	64,50	4,000
7.	295,12	73,21	4,210
8.	197,10	59,94	3,295
9.	202,00	45,00	3,401
10.	153,45	62,21	3,484
Summa	2189,44	555,15	37,866
R.	100 :	25,37 :	1,75
σ	48,18	12,42	0,299
d	21,05	22,45	7,90
	„Göttinger Industrie".		
1.	149,55	57,04	5,175
2.	210,00	73,05	6,092
3.	132,10	64,52	4,275
4.	187,52	64,85	5,998
5.	227,58	55,07	5,881
6.	205,54	58,42	5,715
7.	197,00	61,25	6,310
8.	184,06	56,33	5,288
9.	139,00	56,21	5,660
10.	199,50	53,72	7,080
Summa	1831,85	600,46	57,474
R.	100 :	32,78 :	3,14
σ	33,86	5,59	0,710
v	18,43	9,25	12,35

Es läßt sich auch aus diesen Zahlen eine Beziehung zwischen der Entwicklung der Wurzeln, der oberirdischen Organe und der Knollen nicht feststellen.

Bei „Alte Juli" sehen wir bei den Pflanzen Nr. 1 und 2 ungefähr gleiche Gewichte der Wurzeln als auch der oberirdischen Organe, dagegen ein Knollenübergewicht bei Pflanze Nr. 2 um 21,0%. Vergleichen wir einmal Pflanze Nr. 7 mit Nr. 6. Pflanze Nr. 7 besaß gegenüber Nr. 6 ein geringeres Gewicht an Wurzeln und an oberirdischen Organen, dagegen ein bedeutend höheres Knollengewicht.

Auch für „Thieles weiße Riesen“ und „Göttinger Industrie“ läßt sich diese Eigentümlichkeit der Pflanzen konstatieren.

Pflanze Nr. 4 von „Thieles weiße Riesen“ zeigte gegenüber Pflanze Nr. 2 bei ungefähr gleichem Wurzelgewichte (bei Pflanze Nr. 4 war dieses sogar noch etwas größer) ein erhebliches Minus an den Gewichten der Knollen und der oberirdischen Teile.

Ähnliche Verhältnisse lagen vor bei den „Göttinger Industrie-pflanzen Nr. 10 und Nr. 2. Pflanze Nr. 10 besaß in dieser Gruppe das höchste Wurzelgewicht, doch war auch hier die Entwicklung der Knollen und der oberirdischen Organe nicht nachgefolgt. Pflanze Nr. 2, 5 und 6 zeigen trotz des geringeren Wurzelgewichtes ein höheres Gewicht an Knollen und oberirdischen Teilen.

Die Standardabweichung und auch der Variabilitätskoeffizient gestaltete sich für die Wurzel am günstigsten.

Zum Schluß unserer Ausführungen sei noch ein Vergleich gebracht zwischen den Freilandpflanzen und den Topfpflanzen.

Am 5. Juni wurden je 6 „Original Ebstorfer Up to date 1922“ und „Thieles weiße Riesen“ in Töpfen von einer Größe von 1,50 m und einem Durchmesser von 0,30 m ausgepflanzt. Am 13. Juni erhielt jeder Topf eine Düngung von 15 g schwefelsaurem Ammoniak, aufgelöst in 50 ccm H_2O. Der ziemlich gleichmäßige Aufgang der Pflanzen war in der Zeit vom 29. Juni bis 1. Juli; die ersten Blüten zeigten sich am 12. August. In der Zeit vom 9.—16. Oktober fand die Ausspülung statt, die folgende Resultate erbrachte:

„Original Ebstorfer Up to date 22“.

Wurzellänge cm	Pflanze Nr. 1	2	3	4	5	6	Summa	in Prozenten
0— 10	—	—	—	—	—	—	—	—
10— 20	4	4	3	2	3	2	18	9,75
20— 30	6	3	4	4	6	4	27	14,60
30— 40	1	1	2	3	5	3	15	8,12
40— 50	3	5	4	5	5	4	26	14,04
50— 60	2	5	4	5	3	2	21	11,35
60— 70	5	5	3	7	4	4	**28**	**15,12**
70— 80	4	3	4	3	2	1	17	9,20
80— 90	3	3	1	5	4	3	19	10,26
90—100	1	1	2	1	1	2	8	4,33
100—110	1	—	—	2	1	2	6	3,24
Summa	30	30	27	37	34	27	185	

Thieles weiße Riesen".

Wurzellänge cm	Pflanze Nr. 1	2	3	4	5	6	Summa	in Prozenten
0— 10	—	—	—	—	—	—	—	—
10— 20	4	1	3	1	1	7	17	8,00
20— 30	3	3	3	6	4	4	23	10,80
30— 40	7	3	5	5	5	—	25	11,73
40— 50	5	5	4	5	4	4	27	12,69
50— 60	2	—	3	4	5	4	18	8,47
60— 70	2	5	7	8	2	7	**31**	**14,54**
70— 80	6	3	1	2	5	3	20	9,41
80— 90	1	4	2	3	5	4	19	8,95
90—100	2	3	2	—	2	—	9	4,23
100—110	—	1	3	1	1	1	7	3,29
110—120	1	1	1	3	3	1	10	4,70
120—130	1	2	1	3	—	—	7	3,29
Summa	34	31	35	41	37	35	213	

Während bei den Topfpflanzen der größte Prozentsatz der Wurzeln sich in einer Länge von 60—70 cm vorfand, zeigten die Freilandpflanzen die größte Anzahl der Wurzeln in einer Länge von 40—50 cm bei „Ebstorfer Up to date" bezw. 30—40 cm bei „Thieles weiße Riesen".

Interessant ist, daß sowohl die Topfpflanzen als auch die Pflanzen im freien Felde durchschnittlich ungefähr die gleiche Anzahl Wurzeln besaßen.

Durchschnittliche Wurzelzahl	im Felde	in Töpfen
„Up to date"	30,10	30,08
„Thieles weiße Riesen" . .	39,40	35,50

Ungleiche Ergebnisse erhielten wir beim Vergleich der durchschnittlichen Gesamtwurzellänge der Pflanzen aus dem Freilande mit der der Topfpflanzen:

Durchschnittliche Wurzellänge in cm	im Felde	in Töpfen
„Up to date"	1852,4	1665,0
„Thieles weiße Riesen" . .	1821,3	2078,0

Bei der „Ebstorfer Up to date" war also die durchschnittliche Gesamtwurzellänge in Töpfen um 11,11 % kürzer als die der Freilandpflanzen; dagegen sehen wir bei „Thieles weiße Riesen" bei den Topfpflanzen eine Steigerung um 11,41 %!

Welchen Einfluß üben die Wurmlöcher auf die Entwicklung des Wurzelsystemes aus?

Nach den Untersuchungen von Thiel, Jensen, Schultz-Lupitz u. a. wird der Tiefgang der Wurzel und damit ihre Wasserversorgung in hohem Maße durch das Vorhandensein von alten Wurzelröhren und Wurmlöchern beeinflußt.

Auch v. Seelhorst[1]) stellte Untersuchungen an über den Einfluß der Wurmlöcher auf die Zahl und den Tiefgang der Wurzeln und gelangte zu dem Resultate, „daß auf dem Boden des Versuchsfeldes ein Einfluß der Wurmlöcher auf den Tiefgang der Wurzeln nicht konstatiert werden konnte. Die Pflanzen hatten in dem guten Boden die Hilfe der Wurmlöcher nicht nötig."

Zu denselben Resultaten gelangte Kraus[2]). Er fand, daß ohne das Vorhandensein von Wurmlöchern die feinen Wurzeln von Gerste und Lein in einem festgestampften Untergrund allerdings fruchtbarer Erde einzudringen vermochten.

Jensen[3]) vermochte festzustellen, daß die Wurzeln nur beim Vorhandensein von Wurmlöchern in einem festen, gelben Untergrund hineingedrungen waren. „Die Wurzeln haben in älteren Regenwurmröhren, deren Wände mit Exkrementen besetzt sind, eine vortreffliche Lage, denn die Exkremente haben dieselbe Zusammensetzung und Löslichkeit wie eine etwa 2—3 Jahre alte Blättererde."

Der günstige Einfluß der Wurmlöcher auf den Wurzeltiefgang ließ sich auch durch unsere Untersuchungen feststellen; überall dort, wo Wurmlöcher vorhanden waren, erreichten die Wurzeln bedeutend größere Tiefen. Bei der Gewinnung der Wurzeln wurde jede Wurzel, die Wurmlöchern gefolgt war, besonders notiert.

Bei der dritten Gruppe „der Ebstorfer Up to date" sahen wir, daß bei jeder Pflanze durchschnittlich 12,5 Wurzeln Wurmlöchern nachgegangen waren:

---

[1]) v. Seelhorst, Journal f. Landwirtschaft 1902, S. 98.

[2]) Kraus, Die Bewurzelung der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung. II. Mitteilungen in Wollny, Forschungen 1894, S. 87 ff.

[3]) Jensen, V., Über die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erde wohnenden Würmer. Landw. Jahrb. 1882, S. 661 ff.

Wurzeltiefgang: W. = Wurmlöchern nachgewachsen; B. = im festen Boden gewachsen.

In einer Tiefe von	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
cm	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.
0— 10	—	5	—	7	—	5	—	2	—	4	—	7	—	7	—	4	—	2	—	6
10— 20	—	6	—	6	—	4	—	6	—	3	—	2	—	5	—	7	—	3	—	4
20— 30	—	—	—	1	—	1	—	2	1	4	—	3	—	—	—	3	—	3	1	7
30— 40	—	1	—	2	—	3	—	1	1	2	—	3	—	2	1	2	1	2	1	1
40— 50	—	2	—	—	1	1	1	1	—	2	3	3	1	1	1	1	2	—	1	1
50— 60	1	4	—	1	2	1	1	2	3	4	2	—	2	—	2	1	3	3	2	1
60— 70	1	—	1	1	2	2	1	—	1	—	1	1	—	1	1	—	3	1	3	1
70— 80	4	—	3	—	2	2	3	—	3	—	2	—	—	—	2	—	1	—	2	—
80— 90	3	—	4	—	—	1	3	—	3	—	2	—	1	—	1	—	1	—	2	—
90—100	1	—	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
100—110	—	—	1	—	3	—	2	—	1	—	1	—	1	—	2	—	3	—	—	—
110—120	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	—	3	—	—	—	1	—
120—130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	2	—	1	—	—	—
120—140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
	10	18	10	18	12	20	12	14	14	19	13	19	10	15	13	18	16	14	15	21
	28		28		32		26		33		32		25		31		30		36	

Der gute Einfluß der Wurmlöcher auf den Tiefgang der Wurzeln ist in dieser Tabelle zahlenmäßig festgelegt. Fast sämtliche Wurzeln, die über 60 cm tief liegen, sind Wurmlöchern nachgewachsen.

Vergleichen wir einmal diese Pflanzen mit den Topfpflanzen derselben Sorte, so müssen wir den festgestellten bedeutend größeren Wurzeltiefgang unbedingt den Wurmlöchern zugute schreiben. Besonders darf hierbei nicht außer acht gelassen werden, daß die Wurzelentwicklung der Pflanzen im freien Felde noch nicht abgeschlossen, die der Topfpflanzen bereits beendet war.

Auch die „Göttinger Industriepflanzen“ verdanken die kräftige Entwicklung ihrer Wurzeln zum größten Teile den zahlreichen Wurmlöchern, die der tiefen Ausdehnung der Wurzeln keinen Widerstand entgegensetzen. Tiefen von 1,80 bis über 2,00 m wären ohne Wurmlöcher von den Wurzeln nicht erreicht worden!

Wurzeltiefgang: W. = Wurmlöchern nachgewachsen; B. = im festen Boden gewachsen.

In einer Tiefe von	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
cm	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.	W.	B.
0— 10	—	8	—	4	—	7	—	9	—	6	—	6	—	7	—	6	—	5	—	4
10— 20	—	3	—	3	—	1	—	4	—	2	—	6	—	6	—	4	—	4	—	4
20— 30	—	2	—	2	—	4	1	3	1	2	—	3	—	3	—	3	—	4	—	3
30— 40	—	4	1	1	—	2	—	3	—	3	—	2	—	5	—	3	—	2	—	4
40— 50	2	2	1	2	1	2	—	1	—	2	2	2	—	1	1	—	—	4	1	3
50— 60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	—	—	—	3	1	2	—	2	—	2
60— 70	—	1	—	3	—	2	—	2	1	1	—	1	1	2	2	1	1	2	—	2
70— 80	1	—	—	1	2	—	1	1	1	1	—	4	2	—	3	—	1	2	3	1
80— 90	1	—	1	—	2	—	1	1	1	1	1	—	—	2	1	1	2	—	2	1
90—100	2	—	1	—	2	—	2	—	1	1	1	—	—	—	2	—	3	—	—	—
100—110	—	—	2	—	—	—	2	—	2	—	2	—	2	—	1	—	1	—	2	—
110—120	—	—	2	—	—	—	3	—	1	—	2	—	3	—	1	—	1	—	2	—
120—130	1	—	2	—	1	—	2	—	2	—	1	—	3	—	1	—	3	—	1	—
130—140	1	—	2	—	1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	—	—	1	—	3	—
140—150	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2	—
150—160	2	—	2	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
160—170	1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	2	—	1	—	1	—	1	—	1	—
170—180	2	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—
180—190	2	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—
190—200	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200—210	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17	21	19	17	13	19	18	25	16	20	14	24	16	29	16	20	15	25	20	24
	38		36		32		43		36		38		45		36		40		44	

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß sämtliche Wurzeln, die tiefer als 1 m in den Boden eingedrungen sind, Wurmlöchern nachgewachsen sind.

Nach unseren Untersuchungen läßt sich also für „Alte Juli“ und „Thieles weiße Riesen“ ein im großen ganzen übereinstimmendes Bild des Wurzelsystems aufstellen. „Ebstorfer Up to date“ zeigte ähnliche Wurzelverhältnisse wie „Göttinger Industrie“. Zwar erreichten die Wurzeln ersterer Sorte nicht die Tiefe wie die der letzteren, doch dürfen wir hier nicht außer acht lassen, daß die Wurzelentwicklung von „Ebstorfer Up to date“ noch nicht abgeschlossen war.

Die Wurzeln der Kartoffeln sind also nach den festgestellten Resultaten durchaus imstande, den Boden nach allen Richtungen hin zu durchdringen, und sich nicht allein auf die oberen Schichten des Bodens zu beschränken.

Noch PISTOHLKORS[1]) sagt von der Kartoffelwurzel, daß „sie durchaus zu den trägen Wurzeln gerechnet werden muß, sie schließt weder auf, noch durchdringt oder lockert sie den Boden wesentlich. Die Kultur muß für sie alles machen. Das Wurzelsystem der Kartoffel muß als eins der charakterlosesten bezeichnet werden". Er sucht dieses zu beweisen durch von Dr. SCHULZ mitgeteilte Beobachtungen von Kartoffelwurzeln, „die ganz gegen ihre Gewohnheit 120 cm tief in den Boden eindrangen, bloß weil die Wurzeln der Vorfrucht (Lupinen) ihnen eine Verbreitung in dieser Richtung am bequemsten machten".

Diese Ausführungen von PISTOHLKORS lassen sich heute wohl nicht mehr aufrecht erhalten, denn nach den gefundenen Resultaten ist anzunehmen, daß auch die Kartoffel — wie jede andere Pflanzenart — bei der Anlage ihrer Wurzeln ebenso eine eigene architektonische Idee verfolgt wie beim Bau ihrer oberirdischen Organe. Gleichzeitig auch haben wir gesehen, daß die Kartoffelwurzeln nicht nur „ganz gegen ihre Gewohnheit" 120 cm tief gingen, sondern, daß die Wurzeln der 4 untersuchten Sorten auch ohne Lupinenvorfrucht diese Tiefen erreichten. Daß sie nicht nur der „bequemsten Richtung" nachfolgten, beweist schon die zum Teil sehr erhebliche Seitenausbreitung, die bei allen 4 Sorten zu sehen war.

Der größte Prozentsatz der Wurzeln, die zur Seite gewachsen waren, war bei allen untersuchten Sorten in den oberen Schichten zu finden. Es ist auffällig, daß bei allen Pflanzen sich das energische Bestreben geltend machte, gerade in der Nähe der Erdoberfläche horizontal verlaufende Wurzeln zu bilden. Eine Erklärung hierfür finden wir allerdings darin, daß in den oberen Schichten die Bedingungen für die Wurzelfunktion günstiger sind, daß ferner die Menge der aufnehmbaren Nahrung größer ist, während diesem die „rohe" Beschaffenheit des Untergrundes gegenübersteht. Andererseits können wir auch KRAUS[2]) recht geben,

[1]) PISTOHLKORS, Wurzelkenntnis und Pflanzenproduktion.

[2]) KRAUS, Die Bewurzelung der Kulturpflanzen. In Wollny, Forschungen 1893. S. 15—19.

wenn er annimmt, daß „den oberen Wurzeln überhaupt eine besondere noch nicht erkannte Funktion zukommt".

Schon die Jugendpflanzen von „Ebstorfer Up to date" ließen ein gewisses Bestreben erkennen, bald möglichst nach Tiefe und Breite hin ein gewisses Bodenvolumen einzunehmen. Die Pflanze tut dies allein schon zur Sicherung ihrer Existenz. Der Wurzeltiefgang hielt sich aber zunächst in den oberen Schichten. Nach Beobachtungen von Pistohlkors scheint dabei Nährstoffreichtum die Verästelung auf Kosten der Länge des Wurzelsystemes allgemein zu fördern. Erst bei fortschreitender Entwicklung gingen die Wurzeln auch in größere Tiefen. Es kommt hierbei aber nicht so sehr darauf an, daß die Wurzeln größere Tiefen erreichen, sondern wesentlich darauf, daß sie auch das Vermögen besitzen, diese Tiefen dann auch aufzuschließen. Gerade diese Eigenschaft macht uns die Pflanze für die Ausnutzung des Bodens so wertvoll.

Aus all den Ausführungen läßt sich erkennen, wie wichtig es für uns ist, eine genaue Kenntnis der Bewurzelungsverhältnisse der Kulturpflanzen zu besitzen.

Schon Nobbe[1]) meinte zutreffend, daß die richtige Bearbeitung und Düngung des Bodens erst auf Grund der Kenntnis des Wurzelsystemes möglich sei. Czerhati und Wollny[2]) bestätigten seine Ansicht durch Forschungen, welche bewiesen, „daß die Kulturpflanzen auch in dieser Beziehung individuell behandelt werden sollen". Denn nur dann können sich die oberirdischen Organe in voller Üppigkeit entfalten, wenn die Wurzeln den höchsten Grad ihrer Entwicklungsmöglichkeit zu erreichen vermögen.

Unsere Ausführungen können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, denn dafür war die Zahl der untersuchten Pflanzen jeder einzelnen Sorte zu gering. Nur häufige und an der Hand einer näheren Kenntnis der spezifischen Bewurzelungsverhältnisse vorgenommene Untersuchungen können zu allgemeinen Resultaten führen.

---

[1]) Nobbe, Landw. Versuchs-Station Bd. 11.
[2]) Wollny, Forschungen Bd. 18, S. 73.

Literaturangabe.

Burmester, Einfluß des Bodenvolumens und des Nährstoffvorrates auf die relative Wurzelentwicklung und den Ertrag bei den Sommerhalmfrüchten. Journal f. Landw. 1913.
Fraas, Das Wurzelleben der Pflanze, 1871.
Garola, Journal d'agriculture 1891, Bd. 1, Nr. 129.
Haberlandt, Österr. landw. Wochenbl. 1875, Nr. 495.
Hellriegel, Naturwissenschaftl. Grundlagen.
Heinrich, Landw. Analen des meckl. patriotischen Vereins 1876, Nr. 7.
Jensen, V., Über die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erde wohnenden Würmer. Landw. Jahrb. 1882.
Kraus, Die Bewurzelung der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung. In Wollny, Forschungen, 1893.
Mitscherlich, Bodenkunde für Land- und Forstwirte, 1905.
Müller-Thurgau, Über Bedeutung und Wachstum der Wurzeln. Landw. Jahrb. 1875.
Nobbe, Landw. Versuchs-Station Bd. 6 und 11.
Nowacki, Getreidebau.
Pistohlkors, Wurzelkenntnis und Pflanzenproduktion, 1898.
Remy, Hackfruchtbau (Kartoffelbau), 1909.
Rotmistroff, Die Gebiete der Verbreitung der Wurzeln bei einjährigen Kulturpflanzen. Russ. Journ. f. Landw. Bd. 9, 1908.
v. Seelhorst, Das landwirtschaftliche Versuchsfeld der Universität Göttingen.
— —, Journ. f. Landwirtschaft 1902.
Stössner, Landw. Jahrb. 1887, Bd. 16.
Tornau, Göttinger Hafer 1, 2, 3, 4. Diss.
Thiel, Bewurzelung, 1865.
Wollny, Forschungen Bd. 15—19.
Werner und Schultz-Lupitz, Berichte, Jahrb. der D. L.-G. 1891.

Ein Beitrag zur Frage nach der Einwirkung des Titans auf die Pflanzenproduktion.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

Auf der neuerdings beliebten rastlosen Suche nach „Reizdüngern“ oder nach der Ergründung der physiologischen Bedeutung von nur untergeordnet im Pflanzenorganismus auftretenden Stoffen hat man auch dem Titan seine Aufmerksamkeit nicht versagen zu müssen geglaubt. Besonders ist auf eine von ANTONIN NĚMEC und VÁCLAV KÁŠ[1]) verfaßte Abhandlung diesbezüglichen Inhaltes zu verweisen, nach der dem Titan nicht nur eine ganz bedeutende Steigerung der Erträge an Senf, Erbsen und Luzerne zukommt, sondern diesem Körper auch eine Beteiligung an dem Assimilationsvorgang der grünen Pflanze zugeschrieben wird, insofern „der Oxydations- bezw. Reduktionskatalysator der Pflanzenzellen — das Eisen — durch gesteigerte Titanresorption ersetzt werden kann“. Unter diesen Umständen, besonders aber in Hinsicht auf die Tragweite der gemachten Feststellung, erschien es wünschenswert, den Einfluß des Titans auf die Pflanze einer weiteren Prüfung zu unterziehen, zumal die von den Genannten durchgeführten Versuchsreihen nicht erkennen lassen, wie hoch sich die Schwankungen der einzelnen Versuchsgefäße stellen.

Für ihren Senfversuch wurde von den Genannten als Titanquelle das wasserunlösliche Natriumtitanat benutzt und bei der Kultur von Erbse und Luzerne bedienten sie sich des wasserlöslichen titanzitronensauren Natriums $(TiO)Na_2 . C_6H_6O_7 . H_2O$. Ihr Versuchsboden war ein „guter, sandiger Lehmboden“, über dessen nähere Beschaffenheit sonstige Angaben leider fehlen. Er

[1]) A. NĚMEC und V. KÁŠ, Studien über die physiologische Bedeutung des Titans im Pflanzenorganismus. Biochem. Zeitschr. Bd. 140, 1923, S. 583.

wurde in Mengen von je 25 kg je Gefäß in Anwendung gebracht. Da wir uns aber in der Wiederholung ihrer Versuche auf den Senfversuch beschränkt haben, so möge nur dieser einer näheren Besprechung unterzogen sein.

Der Boden wurde nach Angabe der Autoren mit steigenden Mengen von Natriumtitanat gedüngt, ob jedoch eine sonstige Düngung zur Verabfolgung gelangte, geht aus ihren Mitteilungen nicht hervor, so daß wir bei unseren eigenen, später mitzuteilenden Untersuchungen einer Reihe ohne Düngung, also nur mit wechselnden Titangaben, eine andere mit Volldüngung, sonst aber gleichen, wechselnden Titanmengen folgen ließen.

Bezüglich der verabreichten Titangaben heißt es bei den Autoren einmal: „das Salz“ — nämlich Na_2TiO_3 — „wurde den betreffenden Gefäßen zu je 0,005 g, 0,01 g, 0,05 g und 0,5 g in Wassersuspension zugesetzt“, andererseits gibt jedoch die von ihnen mitgeteilte Tabelle Gaben von 0,02, 0,10, 0,50, 1,0 g Natriumtitanat als verwandt an. Wir heben diesen Widerspruch aus dem Grunde hervor, weil er uns in gewisse Verlegenheit über die Menge des zu benutzenden Titans versetzte. Jedoch hielten wir uns an die in der Tabelle zum Ausdruck gebrachten Mengenverhältnisse.

Aus den Angaben der Autoren geht hervor, daß schon in den ersten Entwicklungsstadien des Senfs ein durchgreifender Unterschied zwischen den mit Titan und ohne Titan gedüngten Pflanzen wahrgenommen werden konnte, insofern sich bei ersteren eine größere Assimilationsoberfläche der Blätter und eine grünere Farbe derselben zeigte. Auch stellte sich bei diesen eine frühzeitigere Reife ein. Das Ernteergebnis übermittelt nachstehend wiedergegebene tabellarische Übersicht:

Titandüngung Natriumtitanat	Gewicht der lufttrockenen Substanz	Trockensubstanz in d. lufttrockenen Pflanzen	Asche in der Trockensubstanz	P_2O_5		TiO_2		TiO_2 in 25 g lufttrockener Substanz
				in der Trockensubstanz	in der Asche	in der Trockensubstanz	in der Asche	
g	g	%	%	%	%	%	%	mg
—	17,0	88,34	20,90	1,44	6,89	0,0062	0,0290	1,36
0,02	17,4	88,79	21,53	1,34	6,21	0,0097	0,0450	2,15
0,10	20,3	89,76	21,59	1,68	7,72	0,0111	0,0514	2,49
0,50	23,0	90,12	25,58	1,60	6,25	0,0120	0,0471	2,72
1,00	21,7	90,58	21,06	1,45	6,88	0,0070	0,0335	1,60

Es wird hieraus geschlossen, daß das Titan in allen Fällen einen Mehrertrag erzielt hat, und zwar den höchsten durch die Gabe von 0,5 g Natriumtitanat. Der prozentische Trockensubstanzgehalt der lufttrockenen Ernte wird als im direkten Verhältnis mit der Titankonzentration steigend angesehen und auf die kräftige Entwicklung sowie auf die frühere Reife der Titanpflanzen zurückgeführt. Der Prozentgehalt an Asche wird mit dem Trockensubstanzgehalt der lufttrockenen Masse parallel verlaufend befunden und die resorbierte Titanmenge mit der durch die Düngung verabfolgten Menge daran in Einklang stehend erkannt. Der höchste Ertrag fällt mit der größten Titanresorption zusammen, jedoch findet diese unter den obwaltenden Versuchsbedingungen ihre Grenze bei der Konzentration von 0,5 g $Na_2 TiO_3$.

Wir sind bei unseren Versuchen gleichfalls von einem Lehmboden ausgegangen, dessen chemische Beschaffenheit durch folgende in 10-prozent. HCl lösliche Bestandteile zum Ausdruck gebracht wird:

H_2O	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5
7,76%	0,23%	1,41%	3,09%	0.02%	1,03%	0,44%	0,31%	0,26%	0,24%

Außerdem waren noch Spuren von Mn_3O_4 und SO_3 vorhanden sowie ein Gehalt von 0,105% Gesamt-N. Wir erkennen, daß dieser Boden an und für sich reich an K_2O und P_2O_5 ist und auch genügend Stickstoff besitzt, sein Gehalt an TiO_2 aber nur gering erscheint, also für den vorliegenden Versuch, selbst bei fehlender Düngung, als recht geeignet angesehen werden darf. Wie schon erwähnt, wurden zwei Versuchsreihen angesetzt, und die Titangaben entsprechend der Benutzung von nur 10 kg Erde fassenden Gefäßen und gemäß der von Němec und Kâs verwendeten Mengen zu je 0,008, 0,04, 0,2 und 0,4 g Na_2TiO_3 bemessen. In der mit einer Volldüngung versehenen Reihe wurden 1,6 g K_2O in Form von K_2SO_4, 1,0 g P_2O_5 in Gestalt von $CaHPO_4$ und 0,8 g N als $NH_4 NO_3$ nebst 0,1 g $MgCl_2$ je Gefäß gegeben, und zwar das Ammonnitrat in zwei Gaben verabfolgt. Das Natriumtitanat wurde dem Boden auch in unseren Versuchen in mit Wasser aufgeschlämmtem Zustande gereicht.

Der Senf wurde am 14. April 1924 zu je 30 Körnern bei einem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens von 17% eingesät. Er lief am 19. d. M. sehr gleichmäßig auf und zeigte auf allen Ge-

fäßen von Anfang an kaum merkliche Unterschiede in der Entwicklung. Am 30. April wurde der Senf auf je 16 Pflanzen pro Gefäß vereinzelt und hatten die Gefäße bis zu dieser Zeit 32% der vollen Wasserkapazität erhalten, von nun an wurde der Wassergehalt auf 60% erhöht. Am 27. Juni, nach erfolgter Blüte, wurde der Senf der gedüngten Töpfe, der auch jetzt noch keine wesentlichen Unterschiede in Hinsicht auf die den verschiedenen Töpfen hinzugesetzten Titangaben erkennen ließ, geerntet. Nur zwischen der gedüngten und ungedüngten Reihe waren beträchtliche Unterschiede vorhanden. Sie waren so groß, daß die nicht mit einer Düngung versehenen Gefäße schon einige Tage vor den gedüngten abgeerntet wurden (24. Mai).

Die Ernte der nicht gedüngten Reihe an Trockensubstanz stellte sich wie folgt und zeigt damit, daß durch die Titangaben keinerlei Mehrerträge erzielt wurden, im Gegenteil ist eine Verminderung der Ernten gegenüber ohne Titan zu verzeichnen. Jedoch liegt dieselbe mit Ausnahme für die höchste Titangabe, wie die beigefügten wahrscheinlichen Schwankungen dartun, innerhalb der Fehlergrenze, so daß wir im allgemeinen wohl nur auf eine Unwirksamkeit des Titans auf das Pflanzenwachstum schließen dürfen:

Trockensubstanzernte der Reihe ohne Düngung.

Gefäß Nr.	Titangaben Na_2TiO_3 g		Minderertrag gegen ohne Titan g
33—35	—	$4{,}26 \pm 0{,}10$	—
39—41	0,008	$4{,}03 \pm 0{,}19$	$0{,}23 \pm 0{,}21$
45—47	0,04	$3{,}97 \pm 0{,}03$	$0{,}29 \pm 0\,10$
51—53	0,2	$3{,}52 \pm 0{,}27$	$0{,}74 \pm 0{,}29$
57—59	0,4	$3{,}40 \pm 0{,}12$	$0{,}86 \pm 0{,}16$

Die Reihe mit Düngung ergab zwar ein für das Titan im positiven Sinne liegendes Resultat, aber auch hier leiden die Mehrernten an Trockensubstanz unter einem zu hohen wahrscheinlichen Fehler, so daß auch hier auf Unwirksamkeit des Titans geschlossen werden muß, woran der fast sichergestellte Mehrertrag durch 0,04 g Na_2TiO_3 der Gefäße 48—50 nichts zu ändern vermag.

Trockensubstanzernte der Reihe mit Düngung.

Gefäß Nr.	Titangaben Na_2TiO_3 g		Mehrertrag gegen ohne Titan g
36—38	—	22,90 ± 0,43	—
42—44	0,008	23,63 ± 0,43	0,73 ± 0,53
48—50	0,04	24,58 ± 0,13	1,68 ± 0,45
54—56	0,2	23,47 ± 0,20	0,57 ± 0,47
60—62	0,4	23,27 ± 0,10	0,37 ± 0,44

Trotz der nach diesen Befunden wenig ermutigenden Aussicht haben wir auch noch die Asche, den P_2O_5- und N-gehalt der Trockensubstanz bestimmt, und zwar mit nachstehendem Ergebnis:

Gefäß Nr.	Asche		P_2O_5		N	
	in %	in g	in %	in g	in %	in g
Reihe ohne Düngung.						
33—35	15,1	0,643	1,72	0,073	1,98	0,084
39—41	20,4	0,822	1,59	0,064	2,05	0,083
45—47	17,9	0,711	1,47	0,058	1,98	0,079
51—53	19,9	0,701	1,68	0,059	1,99	0,070
57—59	22,4	0,762	1,74	0,059	1,96	0,067
Reihe mit Düngung.						
36—38	14,2	3,252	0,97	0,222	2,82	0,646
42—44	12,7	3,001	0,90	0,213	2,90	0,685
48—50	12,8	3,146	0,96	0,236	2,06	0,506
54—56	12,6	2,957	0,97	0,228	2,23	0,523
60—62	12,8	2,979	0,98	0,228	2,26	0,526

Was nun schließlich die von den Senfpflanzen aufgenommene Titanmenge anbelangt, so konnte ein Gehalt an TiO_2, obgleich wir vertraut mit der kalorimetrischen Methode seiner Bestimmung sind,[1]) nicht nachgewiesen werden. Infolgedessen, wie überhaupt auf Grund der vorliegend mitgeteilten Ergebnisse, sind wir nicht in der Lage, uns den Schlußfolgerungen der oben genannten Autoren hinsichtlich des Einflusses des Titans auf den Pflanzenorganismus anzuschließen. Wir haben vielmehr durch unsere eigenen Versuchsergebnisse den Eindruck gewonnen, daß das Titan in Gestalt des unlöslichen Natriumtitanats ohne Einfluß auf den mit ihm behandelten Senf ist. Um jedoch das gewonnene Ergebnis gewissermaßen einer weiteren Kontrolle zu unterstellen, haben wir

[1]) E. Blanck und W. Geilmann, Journal f. Landwirtschaft 1922. Bd. 70, S. 253.

auch noch die eventuelle Nachwirkung des Titans einer Prüfung unterzogen, schon allein um dem Einwande überhoben zu sein, daß das Titan vielleicht erst später zur Wirkung gelange. Zu diesem Zwecke wurde gleich nach dem Abernten des Senfes, nachdem die Bodenoberfläche der Gefäße aufgerissen war, eine abermalige Bestellung der Töpfe mit Senf vorgenommen. Da jedoch die aufgelaufenen Senfpflänzchen infolge eines Befalls von Pytium de Baryanum zum Teil umfielen, so wurden sie eingehackt und anstatt ihrer am 16. Juni eine Bepflanzung der Gefäße mit je 10 Maiskörnern vorgenommen, deren Auflauf am 21. Juni regelmäßig erfolgte. Am 27. Juni wurde der Mais auf je 5 Exemplare zurückgeschnitten und da derselbe keine weitere, stärkere Produktion an Pflanzenmasse versprach, am 22. Juli in üblicher Weise geerntet. Die Trockensubstanzmasse belief sich für die gedüngte wie ungedüngte Reihe wie folgt:

Ohne Düngung		Mit Düngung	
33—35	3,91 ± 0,28	36—38	7,04 ± 0,39
39—41	3,25 ± 0,02	42—44	5,21 ± 0,26
45—47	3,55 ± 0,15	48—50	4,85 ± 0,18
51—53	3,77 ± 0,08	54—56	6,02 ± 0,44
57—59	3,12 ± 0,24	60—62	5,66 ± 0,18

Bei Betrachtung dieser Zahlen fällt zunächst auf, daß die ohne Titan belassenen Gefäße in beiden Reihen (33—35 bezw. 36—38) die höchste Trockensubstanzmasse produziert haben und steht dieses im Einklang mit den Vegetationsbeobachtungen, welche schon bald eine günstigere Entwicklung der Pflanzen auf den titanfreien Gefäßen erkennen ließen. Es prägt sich dieses Verhalten der Versuchspflanzen in nachstehender Übersicht, welche die Minderernten an Trockensubstanz gegenüber ohne Titan wiedergibt, deutlich aus:

Titandüngung $Na_2 Ti O_3$	ohne Grunddüngung	mit Grunddüngung
g	g	g
0,008	0,34 ± 0,28	1,83 ± 0,47
0,04	0,36 ± 0,32	2,19 ± 0,43
0,2	0,14 ± 0,29	1,02 ± 0,59
0,4	0,79 ± 0,37	1,38 ± 0,43

Diese Mindererträge sind nun aber wohl kaum derartig zu deuten, daß sie schlechthin als Kompensation der durch die vor-

aufgegangene Senfernte erzielten Mehrernten aufzufassen wären, denn dies ist schon einmal aus dem Grunde nicht zulässig, als im Falle der ersten Reihe ohne Grunddüngung auch beim Senf nur Mindererträge durch die Titanbeigaben zur Beobachtung gelangten. Jedoch dort wie hier liegen die diesbezüglichen Befunde fast sämtlich innerhalb der zulässigen Fehlergrenze, so daß wir ihnen überhaupt keinen besonderen Wert beimessen können. Etwas anders liegt es allerdings bei den Werten der mit Grunddüngung versehenen Reihe, denn hier erreichen wenigstens die beiden ersten Mindererträge infolge der Höhe ihrer wahrscheinlichen Schwankung einen hohen Grad an Zuverlässigkeit. Da außerdem die voraufgegangene Senfernte kleine Mehrerträge durch Titan, die allerdings auch nicht als sichergestellt zu erachten waren, gezeitigt hat, so könnte in diesem Falle wohl daran gedacht werden, daß durch den voraufgegangenen Senf eine Erschöpfung der Nährstoffe eingetreten sei. Jedoch um ein abschließendes Urteil in dieser Frage zu fällen, müssen wir noch kurz auf die Gesamterträge durch die Titangaben eingehen. Jedenfalls hat aber dieser zweite Versuch mit Mais in der Richtung einer etwaigen Nachwirkung des Titans keinerlei Anhaltspunkte beizubringen vermocht. Aus diesem Grunde haben wir auch davon abgesehen, die Trockensubstanzmasse einer weiteren chemischen Untersuchung auf P_2O_5, N usw. zu unterwerfen.

Das Gesamtergebnis beider Ernten an Trockensubstanz, also von Senf und Mais, führt nun zu nachstehenden Befunden:

Titandüngung Na_2TiO_3 g	Reihe ohne Düngung	Minderertrag durch Titan	Reihe mit Düngung	Minderertrag durch Titan
—	8,17 ± 0,38	—	29,94 ± 0,44	—
0,008	7,60 ± 0,19	0,57 ± 0,42	28,85 ± 0,12	1,09 ± 0,45
0,04	7,55 ± 0,12	0,62 ± 0,40	29,44 ± 0.20	0,50 ± 0,48
0,2	7,28 ± 0,33	0,89 ± 0,50	29,49 ± 0,54	0,45 ± 0,70
0,4	6,52 ± 0,27	1,65 ± 0,47	28,93 ± 0,07	1,01 ± 0,44

Zwar müssen wir auf Grund dieser Zahlen ganz allgemein auf eine Verminderung der Trockensubstanzerträge durch die verabfolgten Titangaben erkennen. Sie hat sich sogar in der Reihe ohne Grunddüngung in sehr regelmäßiger Weise entsprechend der Höhe des verabreichten Natriumtitanats eingestellt, während sie in der gedüngten Reihe Schwankungen unterworfen zu sein

scheint. Zieht man aber die Höhe im Ausfall der wahrscheinlichen Schwankungen in Rücksicht, so kann man obiger Schlußfolgerung nur ganz bedingt zustimmen, nur im Falle der Gabe von 0,4 g $Na_2 Ti O_3$ in der ungedüngten Reihe könnte man sie als zutreffend aufrecht erhalten. Wir gelangen somit bei objektiver Würdigung unserer Zahlen vielmehr zu dem allgemeinen Schluß, daß das Titan ergebnislos in seinem Einfluß gewesen ist. Da aber die Trockensubstanzmehrerträge an Senf durch Titan, sowie die Mindererträge an Senf + Mais infolge der zugehörigen wahrscheinlichen Schwankungen als nicht gestützt anzuerkennen sind, so darf auch den Mindererträgen an Mais keine allzugroße Bedeutung in Hinsicht auf einen etwaigen starken Nährstoffentzug der voraufgegangenen Senfernte in der gedüngten Reihe beigemessen werden. Alles zusammen genommen scheint uns unser Versuch darauf hinzudeuten, daß jedenfalls das Titan in der Form des Natriumtitanats keinen Einfluß auf die Pflanzenproduktion ausgeübt hat, und wir vermögen daher in ihm keine Stütze für die von den einleitend erwähnten Autoren aufgestellten Ansichten zu erblicken.

Göttingen, im August 1924.

Veränderungen der Brandanfälligkeit durch äußere Bedingungen.[1])

Unsere Weizensorten verhalten sich sehr verschieden in der Anfälligkeit gegenüber dem Steinbrand. Tubeuf[2]) zeigte zuerst in exakten, mehrere Jahre durchgeführten Feldversuchen die verschieden große Anfälligkeit einer Anzahl von Sorten. Lange Jahre hindurch von Kirchner[3]) auf Brandanfälligkeit durchgeführte Prüfungen von Weizensorten ergaben neben sehr anfälligen auch mehr oder weniger brandfeste Sorten. Doch schwankte die Anfälligkeit derselben Sorte sehr in den einzelnen Jahren, ja selbst bei verschiedenen Aussaatzeiten eines Jahres.

Im allgemeinen war der Praktiker der Ansicht, daß späte Aussaat den Befall begünstige. Heute wissen wir, daß die Brandanfälligkeit einer Sorte mehr oder weniger beeinflußt wird von der während der Zeit der Aussaat bis zum Aufgang herrschenden Temperatur und der im Boden vorhandenen Feuchtigkeit. Diese wirken im Felde natürlich zusammen resp. gegeneinander. Den Einfluß der einzelnen Faktoren, unabhängig voneinander, vermögen wir nur durch exakte Topfversuche zu erfassen. Hier haben wir es in der Hand, alle Bedingungen gleich zu setzen bis

---

[1]) Auszug aus einer Doktordissertation: „Untersuchungen über Brandanfälligkeit beim Weizen" von Wilhelm Gibs. Göttingen 1924. Druck der Dieterichschen Universitätsdruckerei.

[2]) Tubeuf, Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arbeiten aus der Biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft, 1901.

[3]) Kirchner, Untersuchungen über die Empfänglichkeit unserer Getreide für Brand- und Rostkrankheiten. Fühlings landw. Ztg., 1916, Heft 1—3.

auf die eine, die wir untersuchen wollen, also verschiedene Feuchtigkeitsgrade der Erde mit verschiedenen Temperaturen zu kombinieren, um so den Einfluß dieser Kombinationen auf die Brandanfälligkeit festzustellen. Daß das Einhalten bestimmter Temperaturen bei den Topfversuchen gewisse Schwierigkeiten macht und daß das Umpflanzen der in den Töpfen gezogenen Pflanzen im Frühjahr auf das Feld nicht ganz den natürlichen Verhältnissen des Wachstums entspricht, ist selbstverständlich. Beides muß aber in den Kauf genommen werden. Zweifellos wird man die Topfversuche durch Versuche im Feld stets nachprüfen und ergänzen müssen.

Bisher war zwar durch jahrelange Infektionsversuche die Brandanfälligkeit einer Reihe von Sorten festgelegt. Aber es fehlten uns Angaben darüber, wie günstige oder ungünstige Bedingungen auf diese wirken. Diese Schwankungen in der Anfälligkeit einer Sorte, die durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden können, bezeichnet Henning[1]) als äußere Disposition im Gegensatz zur inneren Disposition, die uns die Anfälligkeit der Sorte im normalen Zustand gibt. Bei den Feldversuchen werden wahrscheinlich mehrere Bedingungen nicht in gleicher Richtung zusammenwirken, sondern das Bestreben zeigen, sich auszugleichen. In einzelnen Jahren kann aber ein Zuaammenwirken ungünstiger Bedingungen in gleicher Richtung stattfinden, so daß eine Sorte, die bis dahin vielleicht für verhältnismäßig brandfest gehalten wurde, stark anfällig erscheint. Damit entsteht die Frage, wie weit wir den Begriff der Immunität zu fassen haben. Gewöhnlich wird unter Immunität verstanden das Freisein einer Sorte von der Krankheit bei mehr oder weniger normalen Bedingungen. Sessous[2]) sagt darüber: „Die geringsten Abweichungen in der Versuchsanstalt ändern oft das Verhalten der Pflanzen der Krankheit gegenüber. Die Schwierigkeiten bei der Züchtung widerstandsfähiger Sorten liegen darin, das verschiedene Verhalten der einzelnen Sorten in den verschiedenen Jahren gegenüber den ansteckenden Krankheiten über längere Zeiträume zu beobachten und auch richtig zu deuten".

---

[1]) Henning, angegeben bei Kirchner, s. S. 6 Anmerkung.

[2]) Sessous, Tagesfragen über Beizen. Mitteilungen der deutschen landw. Gesellschaft, 1924, Stück 4, S. 63.

Den Einfluß der Temperatur auf die Brandanfälligkeit hoben Volkart[1]) und Hecke[2]) hervor. Sie stellten fest, daß besonders späte Aussaat im Herbst, welche die Keimung des Weizenkorns verlangsamt das infektionsfähige Stadium verlängert. Hecke[2]) (S. 56) unterscheidet dreierlei Wirkungen der Temperatur auf das Zustandekommen der Branderscheinung:

1. Einfluß der Temperatur auf die Keimung der Sporen und Saatkörner.

2. Einfluß der Temperatur auf die Dauer des infektionsfähigen Stadiums der Nährpflanze.

3. Einfluß der Temperatur auf die Möglichkeit für den Pilz, die Vegetationspunkte der Nährpflanze zu erreichen.

Punkt 3 hat nach Hecke beim Winterweizen keine Bedeutung, da ja keine Streckung der Achse im Herbst stattfindet und das Pilzmycel Zeit genug hat, bis zur Vegetationsspitze vorzudringen. Diese Ansicht ist aber nicht haltbar. Bei der niedrigen Temperatur des Winters wird auch die Spore sehr langsam keimen. Somit besteht die Möglichkeit, daß die Vegetationsspitze des Kornes bei Erwärmung der Temperatur doch dem Angriff des Pilzmycels entwachsen kann. Beim Sommerweizen kann allerdings günstige Temperatur bedingen, daß die Vegetationsspitze dem Mycel entwächst. Über die Keimungstemperaturen macht Volkart folgende Angaben:

	Weizen	Steinbrandspore	Hafer	Haferbrandspore
Maximum . . .	30—32°	$< 25°$	30°	30—35°
Optimum . . .	25°	16—18°	25°	22—30°
Minimum . . .	3—4,5°	$< 5°$	4—5°	> 5—11°

Er sagt (S. 454): „Die für die Keimung der Sporen günstigste Temperatur liegt bei etwa 16—18° C. Über dieser Temperatur beginnt die Keimung zwar ebenso schnell. Sie erfolgt aber nicht so sicher und meist auch nicht so ausgiebig. Über 20° nimmt sie schnell ab. Bei einer Temperatur von konstant 25° unterblieb jede Keimung. Die Sporen sterben aber bei dieser Temperatur nicht ab, sondern verfallen nur in eine Hitzestarre. Unter 15°

[1]) Volkart, Die Bekämpfung des Steinbrandes des Weizens und des Kornes. Landw. Jahrbuch d. Schweiz, 1906, S. 443—488.

[2]) Hecke, Einfluß von Sorte und Temperatur auf den Steinbrandbefall. Zeitschr. für das landw. Versuchswesen in Österreich, 1909, S. 49—66.

erfolgte die Keimung merklich langsamer als über dieser Temperatur, aber stets noch sehr ausgiebig. Intermittierend höhere Temperaturen üben keinen wesentlichen Reiz auf die Keimung aus".

Bei vergleichenden Keimungsversuchen von Sporen und Körnern bei verschiedenen Temperaturen fand Volkart ferner, daß die Keimung der Brandsporen stets kurze Zeit nach derjenigen der Mehrzahl der Weizenkörner einsetzte, jedoch zeitig genug, um eine Ansteckung zu ermöglichen. Er ist der Ansicht, „daß eine niedrigere Temperatur den Ansteckungsvorgang an und für sich, d. h. das Auskeimen der Konidien und das Eindringen der Keimschläuche, kaum merklich zu hemmen vermöge, denn sowie die Konidie auf den Keimling zu liegen kommt, profitiert sie von der Wärme, die das Weizenkorn durch seine Atmung erzeugt." Hecke ist weiter der Meinung, daß der Unterschied in dem Keimungsminimum der Spore und des Kornes keine Bedeutung für die Größe des Befalls habe. Müller und Molz[1]) forderten größere Beachtung dieser Frage. Appl[2]) hielt es für wahrscheinlich, „daß der kleine Unterschied der minimalen Keimungstemperatur genügt, um dem im Winter bei der minimalen Keimungstemperatur hervorbrechenden Weizenkeimling jenen Vorsprung zu geben, der hinreicht, um dem infektionsfähigen Stadium zu entwachsen". Heuser[3]) hatte große Unterschiede in den Brandprozenten von 4 Sorten gefunden, die er bei verschiedenen Temperaturen, einmal bei 16—22° und einmal bei 6—10° in 2 Keimschalen in Sand hatte keimen lassen. Appl weist der Bodenfeuchtigkeit eine ebenso große Rolle zu wie der Temperatur. Mangelnde Bodenfeuchtigkeit habe höhere Brandprozente zur Folge. Diese Abhängigkeit wird von ihm aus der Gegenüberstellung der Niederschlagsmengen und der Brandprozente nachgewiesen. Auch Volkart hat gefunden, daß bei später Aussaat die Witterungsverhältnisse einen großen Einfluß auf die Größe des Befalls ausüben. Ebenso ist in der Praxis im allgemeinen die Ansicht vertreten, daß feuchter Boden den Befall begünstige.

---

[1]) Müller und Molz, Über den Steinbrand des Weizens. Fühlings Landw. Ztg., 1914, S. 213.

[2]) Appl, Saatzeit und Steinbrandbefall des Weizens. Zeitschr. für das landw. Versuchswesen in Österreich, 1915, S. 45—55.

[3]) Heuser, Versuche über den Einfluß äußerer Bedingungen auf die Stärke des Steinbrandbefalls des Weizens. Fühlings Landw. Ztg., 1922.

Um den Einfluß des Zusammenwirkens von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Entwicklung des Brandes zu prüfen, wurde ein Versuch in Zinktöpfen angesetzt mit den 5 Sorten: 1. Strubes Schlanstedter Dickkopfweizen, 2. Mettes Dickkopfweizen, 3. v. Stieglers Zeppelin Winterweizen, 4. Crieveners Weizen 104 und 5. Heines glatter Teverson Winterweizen. Die zum Versuch benutzte Erde war ein milder Lehmboden vom Versuchsfeld. Sie wurde bei verschiedener Feuchtigkeit gehalten und zwar in einem Drittel der Töpfe bei 48,8%, im zweiten Drittel bei 71,6% und dem letzten Drittel bei 85% der vollen Wasserkapazität. Die 5 Sorten wurden gleichmäßig infiziert und zwar je 80 g Körner mit 1 g zerstampfter Brandkörner. Für jede Versuchsbedingung wurden in 4 Töpfen — je Topf 40 Körner — also 160 Körner ausgelegt. Das erforderte für 3 verschiedene Feuchtigkeitsgrade und 3 verschiedene Temperaturen 36 Töpfe mit 1440 Körnern je Sorte. Ausgelegt wurden die Körner am 14. und 15. November. Ein Drittel der Töpfe blieb in der Vegetationshalle stehen, das zweite Drittel kam in ein ungeheiztes, das letzte Drittel in ein geheiztes Zimmer. Die Temperaturen wurden bis zum Aufgang täglich dreimal abgelesen. In der Vegetationshalle brauchten die Körner bis zum Aufgang 38 Tage, in der mittleren Temperatur 24 Tage, in der hohen Temperatur 10 Tage. Die Durchschnittstemperaturen für sämtliche Tage bis zum Aufgang betrugen in der Vegetationshalle 4,0°, im ungeheizten Zimmer 9,0° und im geheizten 17,7°.

In der Vegetationshalle schwankten die Temperaturen um das Keimungsminimum des Weizenkorns und der Spore. In dem ungeheizten Zimmer mit der mittleren Temperatur hielt sich die Temperatur konstant über dem Keimungsminimum beider. In dem geheizten Zimmer war die Temperatur bedeutend höher.

Nachdem die grünen Blätter die Keimscheide durchstoßen hatten, wurde das zweite Drittel aus dem ungeheizten Zimmer bei mildem Wetter in die Vegetationshalle gebracht, das letzte Drittel aus dem geheizten Zimmer zuerst in eine Übergangstemperatur und dann in die Halle. Alle Töpfe überwinterten in der Vegetationshalle, durch Auswinterung entstanden keine Verluste. Ende März bis Anfang April entwickelten sich die Pflanzen bei sonnigem Wetter sehr stark, sie waren doppelt so hoch als die Feldpflanzen. Bei den meisten Pflanzen war bald eine eigen-

tümliche Lage des Keimknotens festzustellen. Der Keimknoten, der sonst beim Weizen verhältnismäßig tief zu liegen pflegt, befand sich hier meist einige Zentimeter über der Erde, und eine Bewurzelung von diesem Knoten war schlecht möglich. Das hypokotyle Glied war sehr dünn, die Pflanzen knickten zum Teil um. Sie standen auch zu dicht, so daß eine normale Bestockung nicht hätte stattfinden können. Vom 9.—11. April wurden sie aufs Feld gepflanzt und erholten sich bei eintretendem Regen sehr rasch. Sie bestockten sich stark, die gesunden Pflanzen vor allem zeigten recht kräftige Halme. Über den Verlauf der Witterung vom Oktober 22 bis September 23 orieutiert Tabelle 1. Die aufgeführten Temperaturen sind Durchschnittstemperaturen sämtlicher Tage des Monats. Neben der Regenhöhe jedes Monats ist die durchschnittliche Regenhöhe für Göttingen nach den Angaben von Thiele eingeklammert angeführt.[1])

Tabelle 1.

Monate	Temperatur			Regenhöhe mm	Sonnenschein täglich
	Maximum	Minimum	6 Uhr abends		
14.–31. Oktober	7,4	— 1,4	3,9	26,8 (44)	3h 54′
November . .	5,6	+ 0,8	3,9	82,1 (45)	1 0
Dezember . .	5,3	— 1,1	3,9	62,4 (40)	0 37
Januar 23 . .	+ 4,3	+ 0,6	3,1	48,4 (30)	1 05
Februar . . .	4,9	— 1,6	2,9	30,8 (37)	1 50
März	10,3	+ 2,2	8,5	23,3 (40)	3 17
April	12,7	2,3	10,0	55,0 (35)	4 42
Mai	13,8	4,1	13,7	126,0 (41)	4 32
Juni	15,1	8,2	13,0	62,0 (56)	2 20
Juli	24,7	12,4	21,8	51,7 (67)	8 02
August . . .	31,4	10,3	18,5	61,2 (66)	7 02
September . .	18,6	8,6	15,5	45,3 (41)	4 15

Der Winter 1922/23 zeichnete sich durch große Milde und viel Feuchtigkeit aus. Nur Mitte Februar war eine einzige Kälteperiode, die ungefähr 8 Tage andauerte und nur einige recht kalte Tage aufwies. Nach sehr warmen Tagen Ende Februar begann mit dem März ein kaltes Frühjahr, das Anfang April durch

[1]) Thiele, Deutschlands landw. Klimatologie.

einige warme Tage unterbrochen wurde. Anfang Mai herrschte vorübergehend größere Wärme, vom 5.—10. Mai stellten sich starke Gewitterregen ein. Der Juni war äußerst kühl und unangenehm, nur ganz vereinzelt kamen schöne Tage und sonniges Wetter vor. Die Monate November 22 bis Juni 23 standen an Regenhöhe stark über dem Durchschnitt von Göttingen, der Mai sogar mit 126 mm gegenüber 41 mm Durchschnitt. Erst Anfang Juli setzte Besserung ein. Schönes klares Sommerwetter, das unsere Ernte rettete, hielt sich bis Mitte des Monats. Anfang August begann eine zweite Periode mit schönen Sommertagen, sie hielt sich bis in den September hinein.

Die kranken Pflanzen waren von den gesunden vor dem Austritt der Ähre nicht zu unterscheiden. Kurz nach der Blüte sah man bei vielen Pflanzen die Staubbeutel heraushängen. Bei den Pflanzen, bei denen es nicht der Fall war, konnte man nachweisen, daß der Fruchtknoten von blaugrüner Farbe und brandig war, und den eigentümlichen Geruch nach Trimethylamin aufwies. Mit der Zunahme der Reife erkannte man die kranken Pflanzen immer deutlicher an der bekannten Deformierung der Ähre. Der Halm blieb häufiger länger grün, die Spelzen waren stark gespreizt, die schwarzen Brandkörner schimmerten allmählich deutlich hervor. Geerntet wurden die Pflanzen Mitte September, dabei ausgezählt nach gesunden, kranken und teilweise befallenen Pflanzen. Im Winter wurden die Pflanzen noch einmal nach Ähren ausgezählt. Kleine Unterschiede zwischen beiden Auszählarten entstehen im wesentlichen nur durch die Verteilung der teilweise befallenen Pflanzen auf die gesunden und kranken Ähren. Ein nennenswerter Unterschied in der Bestockung der gesunden und kranken Pflanzen ist nicht eingetreten.

Die Einwirkung der Temperatur und ebenso der Feuchtigkeit einzeln auf den Brandbefall der Pflanzen geht aus der Tabelle 2 hervor.

Noch deutlicher zeigt den Einfluß der Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit der Erde auf die Brandanfälligkeit des Weizens die Tabelle 3, in welcher der prozentische Anteil der gesunden, kranken und teilweise kranken Pflanzen und ebenfalls der gesunden und kranken Ähren bei der Kombination der verschiedenen Feuchtigkeits- und Temperaturstufen aufgeführt ist.

Tabelle 2.

Temperatur	Pflanzen: gesunde	kranke	teilweise kranke	Summe der kranken Pflanzen	Feuchtigkeit	Pflanzen: gesunde	kranke	teilweise kranke	Summe der kranken Pflanzen
1. Strubes Schlanstedter Dickkopfweizen.									
niedrig	108	179	34	213	niedrig	77	234	**70**	**304**
mittel	37	278	82	**360**	mittel	**140**	203	46	249
hoch	**202**	158	70	228	hoch	**130**	178	70	248
2. Mettes Dickkopfweizen.									
niedrig	113	213	64	277	niedrig	64	249	74	**323**
mittel	40	251	88	**339**	mittel	108	241	79	320
hoch	**157**	198	71	269	hoch	**138**	172	70	242
3. v. Stieglers Zeppelin Winterweizen.									
niedrig	154	192	39	231	niedrig	61	233	56	**289**
mittel	44	284	72	356	mittel	**181**	206	47	253
hoch	**210**	156	48	204	hoch	**166**	193	56	249
4. Crievener 104.									
niedrig	270	68	63	131	niedrig	170	121	86	**202**
mittel	141	129	100	**239**	mittel	**275**	96	69	165
hoch	**320**	80	42	122	hoch	**286**	60	50	110
5. Heines Teverson.									
niedrig	111	268	52	320	niedrig	71	285	63	**348**
mittel	38	329	44	**373**	mittel	**186**	218	34	252
hoch	**282**	102	53	155	hoch	**174**	196	52	248

Das zahlenmäßige Ergebnis des Versuches ebenso wie die graphische Darstellung für die 5 Sorten nach der Anzahl der gesunden Ähren sind der Druckkosten wegen nicht wiedergegeben.

Tabelle 3 enthält den prozentischen Anteil der gesunden, kranken und teilweise befallenen Pflanzen bezw. Ähren an der Gesamtzahl der Pflanzen bezw. Ähren jeder Versuchsserie.

Tabelle 3.

Feuchtigkeiten	niedere Temperatur						mittlere Temperatur						hohe Temperatur					
	Pflanzen				Ähren		Pflanzen				Ähren		Pflanzen				Ähren	
	gesunde	kranke	teilweise befallene	kranke + tlw. bef.	gesunde	kranke	gesunde	kranke	teilweise befallene	kranke + tlw. bef.	gesunde	kranke	gesunde	kranke	teilweise befallene	kranke + tlw. bef.	gesunde	kranke
1. Schlanstedter Dickkopfweizen.																		
niedere	25	61	14	75	30	70	10	71	19	90	18	82	26	53	21	74	37	63
mittlere	32	57	11	68	35	65	14	73	13	86	21	79	60	29	11	40	67	33
hohe	46	48	6	54	50	50	29	67	4	71	19	81	53	30	17	47	66	34
2. Mettes Dickkopfweizen.																		
niedere	25	65	10	75	34	66	4	71	25	96	10	90	20	58	22	80	30	70
mittlere	34	48	18	66	46	54	9	71	20	91	20	80	32	51	17	68	(39)	(61)
hohe	28	52	20	72	37	63	18	56	26	82	29	71	59	30	11	41	72	28
3. v. Stieglers Zeppelin W.-W.																		
niedere	13	75	12	87	16	84	5	74	21	95	10	90	30	55	15	70	37	63
mittlere	42	49	9	58	44	56	16	75	9	84	22	78	68	18	14	32	77	23
hohe	58	32	10	42	62	38	11	66	23	89	18	82	53	40	7	47	64	36
4. Crievener 104.																		
niedere	58	21	21	42	67	33	27	40	33	73	41	59	46	38	16	54	61	39
mittlere	69	18	13	31	79	21	34	40	26	66	48	52	83	9	8	17	89	11
hohe	73	15	12	27	81	19	53	24	23	47	67	33	87	8	5	13	92	8
5. Heines Teverson.																		
niedere	12	71	17	88	20	80	6	85	9	94	8	92	32	49	19	68	48	52
mittlere	30	64	6	70	36	64	11	77	12	89	17	83	86	9	5	14	92	8
hohe	37	50	13	63	45	55	10	79	11	90	12	88	74	13	13	26	85	15

Die beim Versuche in Frage gekommenen Temperaturen waren 4° (niedrig), 9° (mittel) und 17,7° (hoch). Die geringe Temperatur entsprach ungefähr den Minimalkeimungstemperaturen des Weizens und der Brandspore. Die mittlere liegt bedeutend unter der Optimalkeimtemperatur des Weizens, etwas weniger tief unter der Optimaltemperatur der Sporenkeimung. Die hohe liegt unter der Optimaltemperatur für die Weizenkeimung und entspricht der Optimaltemperatur für die Sporenkeimung.

Aus der Tabelle 2 ersieht man, daß im Durchschnitt die

höhere Temperatur die Zahl der brandigen Pflanzen herabdrückt und der gesunden erhöht. Da diese Temperatur der optimalen Keimungstemperatur der Sporen ungefähr entspricht, muß zur Erklärung der festgestellten Erscheinung angenommen werden, daß bei dieser Temperatur die Entwicklung des Kornkeimlings, trotzdem die für diese festgestellte Optimaltemperatur nicht erreicht ist, so schnell erfolgt, daß er dem Angriff der Spore häufig entwächst. Bei der mittleren Temperatur ist das Verhältnis der Entwicklung von Korn und Spore sehr zuungunsten des Korns verändert. Das Korn kommt so langsam, daß die Spore, welche bei dieser Temperatur, weil sie ihrem Keimungsoptimum viel näher liegt, sehr schnell keimt, reichlich Zeit hat in den Keimknoten des Korns einzudringen. Bei der niedrigen Keimtemperatur keimen Korn und Spore langsam. Die lange Zeit der Ansteckungsmöglichkeit des Korns bedingt wieder einen stärkeren Befall.

Die sich aus Tabelle 3 ergebenden Unterschiede in der Höhe des Befalls der 5 Versuchssorten unter denselben äußeren Verhältnissen erklären sich zum Teil aus der verschieden schnellen Entwicklung der Körner dieser Sorten, zum Teil aber auch wohl aus dem verschieden großen Widerstand, den die einzelnen Sorten dem Eindringen des Keimschlauchs der Spore entgegensetzen. Ein Überschreiten der Temperatur von 25°, dem Keimungsmaximum der Spore, das in Deutschland nicht in Frage kommt, schließt jeden Befall der Saat mit Brand aus. Laupert[1]) berichtet derartiges Vorkommen in Rußland.

Neben der Temperatur beeinflußt, wie aus den Tabellen hervorgeht, die Feuchtigkeit des Bodens den Brandbefall in hohem Maße. Geringe Feuchtigkeit hatte bei sämtlichen Temperaturen und sämtlichen Sorten die Brandprozente beträchtlich erhöht, in der Hälfte der Fälle um das Doppelte. Mangel an Feuchtigkeit muß die Spore verhältnismäßig begünstigt und das infektionsfähige Stadium des Kornes verlängert haben. Eine Hemmung der Entwicklung des Pilzmycels schien hier nicht in dem Maße eingetreten zu sein, um im Sinne eines schwächeren Befalls wirken zu können. Die Spannung im Feuchtigkeitsgrad zwischen

---

[1]) Laupert, Einige Worte über Steinbrandbekämpfung. Deutsche Landw. Presse, 1920, Nr. 62, S. 435.

mittlerer und hoher Feuchtigkeit (71,6 % und 85 % der vollen Wasserkapazität) war nicht so erheblich wie zwischen niederer und mittlerer Feuchtigkeit 48,8 und 71,6 %. Ebenso waren auch die Unterschiede im Befall zwischen den Töpfen mit mittlerer und hoher Feuchtigkeit geringer. Man könnte annehmen, daß sehr feuchter Boden die Brandprozente erhöhen müßte, da hier ein üppiges Wachstum des Mycels ermöglicht werde. Die Tabelle zeigt aber, daß bei sämtlichen Temperaturen in den meisten Fällen keine Steigerung der Brandprozente, sondern im Gegenteil eine Herabminderung bei der hohen Feuchtigkeit gegenüber der mittleren eingetreten ist. Der sehr feuchte Boden hat zweifellos die Keimung des Korns so beschleunigt, daß die ansteckungsfähige Periode des Keimlings verhältnismäßig kurz gewesen ist.

Vergleichen wir die 5 Sorten miteinander, so ergibt sich die höhere Brandfestigkeit des Crievener gegenüber den anderen 4 Weizensorten. Untersucht man die Sorten nach der Höhe des Befalls, so wechselt die Reihenfolge in der Anfälligkeit in den einzelnen Temperaturen und Feuchtigkeiten mehr oder weniger. Tabelle 4 gibt die Reihenfolge der Sorten nach der Anzahl der gesunden Ähren bei den 3 Temperaturen an. Es ist wiederum bezeichnet:

Schlanstedter Dickkopfweizen I, Crievener IV
Mettes Dickkopfweizen II, Heines Teverson V
v. Stieglers Zeppelin W.-W III,

Tabelle 4.

	niedere Temperatur			mittlere Temperatur			hohe Temperatur		
	niedere Feuchtigkeit	mittlere Feuchtigkeit	hohe Feuchtigkeit	niedere Feuchtigkeit	mittlere Feuchtigkeit	hohe Feuchtigkeit	niedere Feuchtigkeit	mittlere Feuchtigkeit	hohe Feuchtigkeit
1. Stelle	IV 67	IV 79	IV 81	IV 41	IV 49	IV 67	IV 61	V 92	IV 92
2. „	II 34	II 46	III 62	I 18	II 22	II 29	V 48	IV 89	V 85
3. „	I 30	III 44	I 50	III 10	I 21	I 19	III 37	III 77	II 72
4. „	V 20	V 36	V 45	II 10	III 20	III 18	I 37	I 67	I 66
5. „	III 16	I 35	II 37	V 8	V 17	V 12	II 30	II (39)	III 64

An 1. Stelle steht fast immer der Crievener, dann folgen die anderen Sorten meist erst in größerem Abstande. Heines Teverson nimmt in der niederen Temperatur die 4., in der mittleren die 5. und in der hohen die 1. und 2. Stelle ein.

Um den Einfluß der Entwicklungsgeschwindigkeit auf den Brandbefall feststellen zu können, wurde bei den auf mittlerer und hoher Temperatur gehaltenen Töpfen beim Aufgang der Pflanzen die Zahl der durch den Boden durchgebrochenen Blattscheiden täglich gezählt und aufgeschrieben. Die Reihenfolge des Aufgangs der einzelnen Sorten war bei beiden Temperaturen nicht die gleiche. Bei der mittleren Temperatur zeigte die schnellste Entwicklung der Crievener, ihm stand wenig nach Heines Teverson. Dann folgten v. Stieglers Zeppelin W.-W., Mettes Dickkopfweizen und Strubes Schlanstedter Dickkopfweizen. Bei der hohen Temperatur wurde der Crievener in der Schnelligkeit des Auflaufs von Heines Teverson und v. Stieglers Zeppelin Winter-Weizen übertroffen.

Beim Vergleich der Brandfestigkeit mit der Entwicklungsgeschwindigkeit ergibt sich wie Tabelle 4 zeigt folgendes. Bei der mittleren Temperatur stimmt die schnelle Entwicklung des Crievener mit der Widerstandsfähigkeit gegen Brand überein. Dann ergeben sich Unregelmäßigkeiten. In der Schnelligkeit des Auflaufens stand Heines Teverson an zweiter, in Brandfestigkeit aber an letzter Stelle. Bei höherer Temperatur wird der Crievener bei mittlerer und hoher Feuchtigkeit in der Schnelligkeit des Auflaufens von Heines Teverson und v. Stieglers Zeppelin W.-W. übertroffen, steht aber in der Brandfestigkeit doch an 1. und 2. Stelle. Strubes Schlanstedter und Mettes Dickkopfweizen zeigen die langsamste Entwicklung bei hoher Temperatur, auch die geringste Brandfestigkeit.

Die Anzahl der teilweise befallenen Pflanzen schwankt, wie Tabellen 2 und 3 zeigten, sehr, sowohl bei den einzelnen Sorten als auch innerhalb derselben Sorte bei verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit. Die größere Anzahl dieser Pflanzen finden wir bei der mittleren Temperatur. Dies entspricht lediglich dem bei der mittleren Temperatur größeren Befall. Ebenso entspricht die geringe Zahl der bei der hohen Temperatur teilweise befallenen Pflanzen des Crievener Weizens lediglich dem geringen Befall desselben unter diesen Wachstumsbedingungen.

Fassen wir sämtliche Pflanzen und Ähren der 5 Sorten aller Versuchsbedingungen zusammen, so ergeben sich folgende Zahlen:

Tabelle 5.

Sorte	Pflanzen				Ähren		
	Summe aller Pflanzen	gesunde	kranke	teilweise befallen	Summe aller Ähren	gesunde	kranke
1. Schlanstedter Dickkopfweizen	1148	347	615	186	3888	1568	2320
2. Mettes Dickkopfweizen . .	1195	310	662	223	4218	1484	2734
3. v. Stieglers Zeppelin W.-W.	1199	408	632	159	4345	1663	2682
4. Crievener	1218	731	282	205	4335	3051	1284
5. Heines Teverson	1279	431	699	149	4164	1751	2413

Die Tabelle 5 umgerechnet in Prozenten ergibt:

Tabelle 6.

Sorte	Pflanzen			Ähren	
	gesunde	kranke	teilweise befallen	gesunde	kranke
1. Schlanstedter Dickkopfweizen	30	54	16	40	60
2. Mettes Dickkopfweizen . .	26	55	19	35	65
3. v. Stieglers Zeppelin W.-W.	34	53	13	38	62
4. Crievener	60	23	17	70	30
5. Heines Teverson	34	55	11	42	58

Es zeigt sich deutlich in der Tabelle die größere Brandfestigkeit des Crievener mit 70% gesunder Ähren, während die Prozentzahl der gesunden Ähren der anderen Sorten wenig über oder unter 40% liegt.

Die Untersuchungen zeigen den außerordentlich großen Einfluß der äußeren Faktoren, der Temperatur und Feuchtigkeit auf die Höhe der Brandprozente. Diese schwankten bei derselben Sorte vom völligen Befall bis zum fast völligen Freisein von Brand je nach der Ungunst oder der Gunst der äußeren Wachstumsbedingungen. Am stärksten befallen waren die Pflanzen bei einer mittleren Keimungstemperatur — 8—10° — das Schwanken der Keimungstemperatur um das Keimminimum der Spore und des Korns hatte den Befall wesentlich herabgesetzt. Am wenigsten

befallen waren die Pflanzen bei der hohen Keimungstemperatur von 17—18°, die für unsere deutschen Verhältnisse kaum je in Betracht kommen wird. Geringe Feuchtigkeit der Erde hatte die Brandprozente auffallend erhöht.

Von den 4 geprüften Sorten hat sich der Crievener als verhältnismäßig brandfest gezeigt. Die Reihenfolge der anderen 4 Sorten nach dem Grad der Brandfestigkeit wechselte je nach den äußeren Bedingungen. Entwicklungsgeschwindigkeit und Brandfestigkeit stimmten häufig aber nicht immer überein.

Bücherbesprechungen.

Kohlensäure und Pflanzenwachstum. Von Prof. Dr. F. Bornemann. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 12 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey. 138 Seiten. Preis Gm. 5,—.

Bornemann sagt am Schluß seiner Arbeit: „Das aber kann man schon heute sagen, daß diese Erkenntnis (NB. der Wichtigkeit der Kohlensäurefrage) berufen ist, Licht in manche bis jetzt noch dunkle Gebiete der Landwirtschaftslehre zu tragen." Ich kann diesen Worten nur beistimmen und jeder, der die Ausführungen Bornemanns gelesen hat, wird es gleich mir tun, wenn er auch gleich mir nicht imstande sein sollte, allen seinen Beweisführungen und Schlußfolgerungen zu folgen. Referent kann z. B. dem nicht beistimmen, was B. über die verschiedene Wirkung der im Herbst und im Frühjahr untergebrachten Gründüngung zu Kartoffeln auf Sandboden ausführt. Die geringe Wirkung der im Herbst untergebrachten glaubt er dadurch erklären zu können, daß sie „schon im Frühjahr zum größten Teil so weit zersetzt wird, daß im Monat August, dessen Witterung bekanntlich für die Größe des Ernteertrags der Kartoffeln ausschlaggebend ist, kaum noch Kohlensäure aus der Gründüngung zur Verfügung steht, während dies bei der im Frühjahr eingepflügten Masse noch der Fall ist". Die im Winter stattfindende Stickstoffauswaschung der im Herbst untergebrachten Gründüngung ist aber zweifellos der Hauptgrund der geringen Wirkung dieser.

Das große Verdienst Bornemanns besteht darin — in ähnlicher Weise wie es Ehrenberg seinerzeit in seinem vortrefflichen Werk „die Bodenkolloide" bez. dieser getan hat — auf Grund eines sorgfältigen Literaturstudiums und seiner eigenen die Kohlensäureernährung der Pflanzen betreffenden Arbeiten eine zusammenfassende erschöpfende klare Darstellung des zur Zeit über dies Thema bekannten gegeben und auf die Bedeutung desselben für die landw. Praxis hingewiesen zu haben. Ich zweifele nicht daran, daß die vorliegende zweite, vermehrte und verbesserte Auflage dieselbe freundliche Aufnahme finden wird wie die erste, und wünsche, daß ihr bald eine dritte folgen möge.

v. Seelhorst.

Die Elektrotechnik des Landwirts. Von A. Herzog. Berlin, Druck und Verlag von F. A. Günther & Sohn A. G. 1922. 64 Seiten.

Das Buch will ein „Hilfs- und Beratungsbuch für Besitzer elektrischer Licht- und Kraftanlagen auf dem Lande, sowie Nachschlagebuch für Installateure,

Akquisiteure, Techniker und Elektromonteure" sein. Bei der stark zunehmenden Verwendung elektrischer Energie in der Landwirtschaft wird es vielen außerordentlich willkommen sein; es ist kurz und klar geschrieben und beschränkt sich auf das, was für den Landwirt am wissenswertesten und wichtigsten ist. Die theoretischen Grundlagen sind auf nur 4 Seiten behandelt und geben hauptsächlich die Grundgesetze der Elektrizität, während über das Wesen derselben nur einige ganz kurze Andeutungen gemacht werden. Den Hauptteil des Buches bilden die praktischen Anwendungen, die Erzeugung und Fortleitung des elektrischen Stromes, die Licht- und Kraftanlagen, wobei die gebräuchlichsten Maschinen in ihrer Arbeits- und Behandlungsweise eingehend beschrieben werden. Ein besonderes Kapitel ist den Unterhaltungsarbeiten elektrischer Netze, den Bedienungs- und Vorsichtsmaßnahmen, dem Verhalten bei Kurzschluß usw. gewidmet. Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Anlagen in der Landwirtschaft wird in einem Kapitel behandelt, welches durch eine Reihe von Beispielen und Tabellen ihre Vorteile hervortreten läßt. So wird das Buch nicht nur den Besitzern elektrischer Anlagen wertvolle Dienste leisten, sondern voraussichtlich auch dazu beitragen, der Elektrizität noch weiteren Eingang in die Landwirtschaft zu verschaffen. Reich.

Landwirtschaftsrecht. Von Erich Molitor, a. o. Professor in Leipzig. Berlin, Paul Parey, 1923. 251 Seiten. Gebunden, Preis Gm. 3,50.

Dieses neueste Landwirtschaftsrecht gibt in kurzen, knappen Abschnitten einen Überblick über die für den Landwirt wichtigsten Rechtsinstitute.

Was die äußere Gestaltung angeht, so wäre am Kopf der Seite eine Verweisung auf die Ziffer wünschenswert, die der grade behandelte Abschnitt in der Stoffeinteilung des Verfassers trägt; nur so könnten die häufigen Verweisungen im Text leicht aufgesucht werden.

Die Darstellung des Stoffes ist schlicht und leicht verständlich.

Wenn ich auf einige Dinge aufmerksam mache, so geschieht das nur, weil ich glaube, daß sie bei einer 2. Auflage des Buches leicht geändert werden können. Ich glaube, im 6. Kapitel: Der öffentliche Glaube des Grundbuchs sollte Abschnitt II nicht heißen: der gutgläubige Erwerb. Die zu weite Verwendung des Wortes gutgläubig führe leicht irre. Auf Seite 15f. wird dem Wucherer ein Rückforderungsrecht der von ihm gegebenen schlechthin abgesprochen. Die Lehre ist dogmatisch nicht unangefochten, vom Reichsgericht meines Wissens nach nicht ausdrücklich als Regel der Praxis anerkannt — ich persönlich halte sie für unbillig — für den Laien scheint sie mir gefährlich.

Das Buch kann ich im ganzen durchaus empfehlen. Niedermeyer.

Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere. Von Dr. med. vet. et phil. Martin Klimmer, ordentl. Professor der Gesundheitspflege, Fütterungslehre und allgemeinen Seuchenlehre und Direktor des Veterinärhygienischen Instituts der Universität Leipzig. Vierte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 449 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. Gebunden, Preis Gm. 17,—.

Trotz der schwierigen Wirtschaftsverhältnisse ist der Büchermarkt in neuerer Zeit mit einer reichlichen Anzahl von Büchern, besonders Lesebüchern bezw. neuen wesentlich ergänzten und erweiterten Auflagen früher erschienenen

Büchern beschickt worden. Hierzu gehört auch die 4. Auflage der Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere von Professor Martin Klimmer.

In der 3. Auflage war die Fütterungslehre schon von der Gesundheitspflege abgetrennt; die neue Auflage hat aber noch eine wesentliche Erweiterung und Ergänzung erfahren, indem entsprechend dem Studienplan und der neuen Prüfungsordnung für Tierärzte der Gesundheitspflege und allgemeinen Seuchenlehre eine besondere sehr eingehende Berücksichtigung gewidmet ist.

Der sehr bedeutende Stoff wird in sieben Abschnitten abgehandelt. Vorher aber gibt Verf. seinem gediegenen Werke eine interessante Einleitung. Die Geschichte der Gesundheitspflege führt uns in das frühe Altertum zurück. Schon Vegetius lehrte, daß das Verhüten einer Krankheit wichtiger sei als das Heilen, deshalb ist die „Gesundheitspflege eine der wichtigsten Wissenszweige der Medizin".

Die Einleitung wird geschlossen mit einer kurzen Literaturangabe über die Geschichte der Gesundheitspflege.

In dem ersten Abschnitte wird zunächst die Atmosphäre abgehandelt und zwar die gasförmigen Bestandteile der Luft und der Luftstaub; wobei die Mikroorganismen besonders berücksicht werden. Wesentliche Zusätze bezw. Abänderungen von der 1921 erschienenen 3. Auflage sind in diesem Abschnitte nicht enthalten. Dasselbe ist zutreffend für den zweiten Abschnitt: Der Boden.

Der dritte Abschnitt, „das Wasser" ist ganz bedeutend erweitert durch näheres Eingehen auf die Bedeutung des Fischwassers und auf die Verwertung und Beseitigung der Abfälle und Abwässer usw.

Der vierte Abschnitt handelt von den Futterschädlichkeiten, wobei zunächst die Giftpflanzen besprochen werden.

Eine große Anzahl von Fütterungskrankheiten sind zu vermeiden oder zu beseitigen, wenn der Landwirt oder der konsultierte Tierarzt die Quellen kennt, aus denen sie hervorgehen. Dazu gehört auch die Erkrankung und Verunreinigung der Futterpflanze usw.

Die folgenden Abschnitte, die Haltung und Nutzung der Tiere, die Weide- und Tummelplätze und der Stall haben keine wesentlichen Zusätze oder Abänderungen erfahren.

Die früheren Auflagen brachten 188 in den Text gedruckte Abbildungen, die vor uns liegende vierte Auflage enthält 261 sehr instruktive Figuren.

Wer über die in den einzelnen Abschnitten behandelten Fragen sich eingehender unterrichten will, findet am Schlusse des betreffenden Abschnittes eine genaue Angabe der einschlägigen Literatur. Die vorliegende erweiterte Auflage der Gesundheitspflege berechtigt zu der Hoffnung, daß sie in den Kreisen der Interessenten, nämlich der Landwirte und Tierärzte, der studierenden sowie der praktisierenden eine durchaus wohlwollende Aufnahme finden wird, die es verdient und wir ihm mit die besten Wünsche auf den Weg geben.

Esser.

Die Züchtung von Mais, Futterrübe und anderen Rüben, Ölpflanzen und Gräsern. Von C. Fruwirth, früher Professor an der Landw. Hochschule Hohenheim, jetzt Professor an der Technischen Hochschule Wien. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Mit 56 Textabbildungen. XVI und 255 Seiten. (Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung. Bd. II.) Berlin, Paul Parey, 1924. Gebunden, Preis Gm. 12,—.

Der im Herbst 1921 herausgekommenen 4. Auflage ist im Frühjahr 1923 die fünfte gefolgt. Bei der kurzen, zwischen den beiden Auflagen verstrichenen Zeit konnten wesentliche Änderungen nicht erwartet werden. Jedoch finden sich neben zahlreichen kleinen Verbesserungen in den beiden Abschnitten über Mais und Futterrüben auch einige größere Änderungen. Einer Empfehlung bedarf das Buch nicht, dem Auflage auf Auflage folgt. Der Fruwirth ist eben nicht ein Buch, sondern das Buch der Pflanzenzüchtung. v. Seelhorst.

Die Düngerlehre in sechzehn Vorlesungen. Von Adolf Mayer, siebente Auflage, bearbeitet von Dr. Paul Ehrenberg, o. ö. Professor a. d. Universität Breslau. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1924. Preis gebunden 9 Goldmark.

Die vorliegende Düngerlehre ist der zweite Teil des zweiten Bandes des neubearbeiteten bekannten Lehrbuchs der Agrikulturchemie in Vorlesungen von Prof. Dr. Adolf Mayer. Die großen Vorzüge dieses Lehrbuches zum Gebrauch an Universitäten und höheren landwirtschaftlichen Lehranstalten, sowie zum Selbststudium sind an dieser Stelle nicht hervorzuheben, sie sind allzu bekannt, denn stellt doch Adolf Mayers Agrikulturchemie das in seiner Eigenart beste und umfangreichste Lehrbuch dieser Wissenschaft in deutscher Sprache dar. Paul Ehrenberg hat es bei der Neuauflage trotz Wahrung des ursprünglichen Charakters der Mayerschen Düngerlehre verstanden, dieselbe entsprechend dem Stande der Wissenschaft so umzuarbeiten, daß das Werk wieder völlig auf der Höhe steht. Fast alle Kapitel, einige sogar ganz wesentlich, so z. B. die über Stalldung, Fäkaldünger, Gründüngung, Brache usw., sind neuzeitlich behandelt worden, und zwar in kritischer und einsichtiger Beschränkung des umfangreichen Materials. Die Benutzung des Lehrbuches hat außerdem durch die Beigabe eines den früheren Auflagen fehlenden Registers bedeutend gewonnen. Wenn auch durch die Neubearbeitung keine Gelegenheit gegeben ist, irgendwelche Mängel zu rügen, so dürfte es dort vielleicht erlaubt sein, zu empfehlen, nicht die empirischen Formeln wie z. B. auf Seite 25 zu verwenden, weil diese die chemische Natur der Körper und ihre Anwendung nicht in genügender Klarheit zum Ausdruck bringen. Vielleicht dürfte überhaupt ein etwas stärkeres Eingehen auf die rein chemischen Verhältnisse angebracht erscheinen, weil gerade in diesem Punkte die Landwirtschaftstudierenden zu leichtfertig denken. Kapitel 14, welches den Düngungsversuch behandelt, ist leider nur wenig verändert worden, obgleich hier vielleicht infolge des erheblichen Fortschrittes eine weitere Vertiefung am Platze gewesen wäre, auch kann man abweichender Ansicht sein, ob Neubauers Methode der Bestimmung des Bodendüngerbedürfnisses schon für die breitere Öffentlichkeit reif genug ist, um an hervorragender Stelle Erwähnung zu finden. Sehr zu wünschen wäre schließlich noch für den Gebrauch des Buches durch die Studierenden, daß am Schluß einzelner oder mehrerer Kapitel eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse gebracht würde, wie dies in anderen Bänden der Mayerschen Düngerlehre auch schon geschehen ist. Die in pädagogischer Hinsicht anerkannten Vorzüge der Mayerschen Agrikulturchemie würden dadurch sicherlich noch erheblich erhöht. Diese kleinen Ausstände vermögen aber in keiner Weise der Güte des Buches Abbruch zu tun, wir können vielmehr dasselbe nicht eindringlich genug den Studierenden und sonstigen Interessenten empfehlen. Blanck.

Versuche mit Jauchedrill bei Hafer und über den aufschließenden Einfluß der Jauche auf die Mineralbestandteile des Bodens.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

Durch einen früher von uns[1]) ausgeführten Stickstoffdüngungsversuch mit Rüben unter Benutzung des Plathschen Jauchedrills hatte sich gezeigt, daß durch die Unterbringung der Jauche vermittels genannter Apparatur eine erheblich bessere Wirkung erzielt wird, als wenn sie obenauf oder in gewöhnlicher Weise untergehackt dem Felde anvertraut wird. Allerdings mußte diesem an für sich günstig erscheinenden Ergebnis aber eine gewisse Beschränkung auferlegt werden, insofern als die den diesbezüglichen Befunden anhaftenden wahrscheinlichen Schwankungen recht groß waren. Jedoch gelangte der Versuch, was zugegeben werden muß, unter recht ungünstigen Bedingungen zur Durchführung. Ferner ließ ein Vergleich der Wirkung von Salpeterkopfdüngung mit Jauchezufuhr vermittels Jauchedrill ein gleich gutes Resultat erkennen, so daß sich im allgemeinen ein recht befriedigendes Ergebnis für die Anwendung des Jauchedrills herausstellte. Es sollte daher in weiteren Versuchen geprüft werden, ob auch auf Hafer ein gleich günstiger Einfluß zu beobachten sei, insbesondere ob auch hier unter den günstigen Unterbringungsverhältnissen des Jauchedrills die Jauche mit

[1]) Vgl. E Blanck, W. Geilmann, F. Giesecke und F. Alten, Journal für Landwirtschaft 1922, S. 215.

Salpeter und schwefelsaurem Ammoniak in Konkurrenz zu treten vermag.

Den ersten dahingehenden Versuch führten wir 1923 auf einem Feldstück des Stadtgutes Geismar bei Göttingen auf einem sandigen Lehmboden aus. Dieser Boden enthielt bei 12,42% Feuchtigkeit folgende in 10prozent. Salzsäure lösliche Nährstoffe: an CaO 1,071%, an MgO 0,383%, an K_2O 0,292%, an Na_2O 0,168%, an P_2O_5 0,085% und 0,083% Gesamtstickstoff. Die Vorfrucht war Weizen.

Die von uns benutzte Jauche führte 0,150% Ammoniakstickstoff und 0,280% Gesamtstickstoff, sie zeichnete sich also nicht gerade durch einen hohen Stickstoffgehalt aus. Als Grunddüngung wurden 480 g 40prozent. Kalisalz mit 40,04% K_2O und 940 g Superphosphat mit 20,42% P_2O_5 je Parzelle, die 80 qm einnahm, verabreicht. Die Stickstoff-Differenzdüngung wurde in Gestalt der Jauche vermittels der Plathschen Jauchedrillmaschine entsprechend 160 bezw. 240 und 320 g N pro Parzelle in Mengen von 57,1 bezw. 85,6 und 114,2 l verabfolgt und der als Vergleichsdünger dienende Salpeter mit 15,22% N entsprechend der mittleren Jauche-Stickstoffgabe von 240 g zu 1577 g, das schwefelsaure Ammoniak mit 19,73% N zu 1216 g gegeben, und zwar in beiden letzteren Fällen gleichfalls in Wasser gelöst vermittels Plaths Jauchedrill dem Boden einverleibt. Desgleichen bekamen die nicht mit N gedüngten Parzellen die entsprechende Wassermenge.

Der als Versuchspflanze dienende Gelbhafer — Strubes Elite Hafer — wurde am 26. März bei einer Reihenweite von 18 cm und 60 Pfund pro Morgen gedrillt. Er lief am 8. April auf und wurde die Stickstoffdüngung am 30. April, als der Hafer etwa 12 cm lang war, vorgenommen. An diesem Tage war der Himmel bedeckt und betrug die mittlere Temperatur 10°. Gehackt wurde der Hafer am 15. Mai, die Ernte erfolgte am 23. August. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Verteilung der Parzellen in der von uns schon wiederholt befolgten schachbrettartigen Anordnung geschah, und zwar unter Benutzung von je vier Parallelparzellen. Das Ernteergebnis an Frisch- und Trockensubstanzernte sowie Stickstoffgehalt und Stickstoffgewinn gibt nachstehende Tabelle I wieder.

Tabelle I. Ernte von Versuch 1923 in Kilogramm.

Parzelle und N-Düngung	Gesamt-Frisch-ernte auf dem Felde	Gesamt-Trocken-substanz-ernte	Körner-Trocken-substanz	Stroh-Trocken-substanz	Proz. N im Korn	Proz. N im Stroh	N-Ernte im Korn, Stroh und Gesamt
a Ohne Stickstoffdüngung	110,5	46,05	24,09	21,96	1,28	0,28	
b	110,7	53,12	27,32	25,80			0,322
c	87,3	47,43	22,66	24,77			0,063
	92.6	44,52	26,67	17.90			
	100,28	47,79 ± 1,19	25,19 ± 0,87	22,61 ± 1,30			0,385
a Kleine Jauchegabe	92,0	38,77	19,19	19,58	1,59	0,29	
b	118,9	46,90	25,51	21,39			0,346
c	99,0	39,89	22,11	17,78			0,057
	99.4	39.86	20,26	19,60			
	102,82	41,36 ± 1,33	21,77 ± 1,00	19,59 ± 0,44			0,403
a Mittlere Jauchegabe	127,5	50,98	24,79	26.19	1,64	0,29	
b	99,2	44,00	21,76	22,24			0,399
c	127,9	57.43	27,77	29,66			0,080
	108.8	55.33	22,97	32.36			
	115,85	51,99 ± 1,68	24,32 ± 0,96	27,61 ± 1,66			0,479
a Hohe Jauchegabe	107,0	48,56	24,56	24,00	1,65	0,30	
b	122,6	46 58	23,41	23,17			0,418
c	137,4	58,57	30,82	27,75			0,075
	100,8	47,27	22,48	24,79			
	116,95	50.25 ± 1,99	25,32 ± 1,34	24,93 ± 0,65			0,493
a Salpeter = mittl. Jauchegabe	155,5	67,41	35,79	31,62	1,68	0,31	
b	122,9	56,44	26,54	29,90			0,517
c	124,0	60,74	26,79	33,95			0,103
	149.5	71.96	33.93	38.08			
	137,98	64,14 ± 2,71	30,76 ± 2,00	33.37 ± 1,28			0,620
a Ammonsulfat = mittl. Jauchegabe	120,0	57.16	27,79	29,37	1,66	0,30	
b	119,7	58,20	27,13	31,07			0,453
c	129.0	57,69	27.61	30,08			0,089
	129,9	54,68	26,53	28,15			
	126,15	56,93 ± 0,55	27,27 ± 0,21	29,68 ± 0,44			0,542

Stellen wir auf Grund dieser Befunde den durch Stickstoffdüngung erzielten Mehrertrag fest, so gelangen wir zu folgendem Ergebnis:

Mehr- oder Minderertrag durch N	Gesamt-Trockensubstanzmasse	Körner-Trockenmasse	Stroh-Trockenmasse	Gesamtstickstoff
kleine Jauchegabe .	− 6,43 ± 1,78	− 3,42 ± 1,32	− 2,02 ± 1,37	0,018
mittlere Jauchegabe .	+ 4,20 ± 2,06	− 0,87 ± 1,29	+ 5.00 ± 2,11	0,094
hohe Jauchegabe . .	+ 2,46 ± 2,32	+ 0,13 ± 1,60	+ 2,32 ± 0,45	0,108
Salpeter	+ 16,35 ± 2,96	+ 5,57 ± 2,18	+ 10,76 ± 1,82	0,235
Ammonsulfat . . .	+ 9,14 ± 1,31	+ 2,08 ± 0,89	+ 7,07 ± 1,37	0,157

Wir müssen leider bei näherer Betrachtung dieser Zahlenwerte unter Berücksichtigung ihrer wahrscheinlichen Schwankungen zugeben, daß der mit Plaths Jauchedrill untergebrachte Jauchestickstoff keine nennenswerte Wirkung ausgeübt hat, daß aber Salpeter und Ammonsulfat ihre Schuldigkeit getan haben. Allerdings sind die durch sie erzeugten Körnererträge auch mit einer bedenklich hohen wahrscheinlichen Schwankung versehen, jedoch Stroh- und Gesamttrockensubstanzertrag erleiden in ihrer Sicherstellung keinerlei Einschränkung.[1])

Da die Vermutung auftauchte, daß das wenig befriedigende Resultat der Jauchestickstoffwirkung vielleicht mit der ungünstigen, nassen Witterung des Jahres 1923 im Zusammenhang stehen könnte, so wurde derselbe Versuch im Jahre 1924 nochmals durchgeführt, und zwar gleichfalls auf dem Stadtgute Geismar. Der Boden war diesmal ein etwas schwererer Lehmboden. Er enthielt bei einer Feuchtigkeit von 1,51%: 1,36% CaO, 0,64% MgO, 0,40% K_2O, 0,30% Na_2O, 0,26% P_2O_5 in 10prozent. Salzsäure löslich. Der Gesamt-Stickstoffgehalt belief sich auf 0,15%. Die benutzte Jauche erwies sich stickstoffreicher, denn ihr Gesamtgehalt betrug 0,360%, ihr Ammoniak-Stickstoffgehalt 0,315%. Den diesmal nur 50 qm großen Parzellen wurde am 13. Mai als Grunddüngung eine Gabe von 330 g Kalisalz (42,5prozentig) und von 665 g Superphosphat (mit 22,5% P_2O_5) verabfolgt. Die Stickstoffdüngung wurde am 15. des Monats vorgenommen, und zwar gelangten 28 bezw. 42 und 56 l der Jauche auf das Feld-

[1]) Vgl. S. 221 zitierter Abhandlung.

teilstück. Salpeter und schwefelsaures Ammoniak wurden entsprechend der mittleren Jauche-Stickstoffgabe gereicht und gleichfalls in Lösung mit der Jauchedrillmaschine untergebracht, ebenso wie auch die ohne Stickstoff belassenen Parzellen eine entsprechende Menge Flüssigkeit (Wasser) mit dem Jauchedrill zugeführt erhielten.

Die Vorfrucht war gleichfalls Weizen gewesen. Der Hafer — Strubes Elite Hafer — war am 2. April in 17 cm Reihenweite und 50 Pfund pro Morgen gedrillt worden. Gehackt wurde er am 24. Mai. Von unseren Vegetationsbeobachtungen sei erwähnt, daß die mit Salpeter und schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Parzellen schon frühzeitig ein üppigeres Wachstum als alle übrigen Teilstücke erkennen ließen. Eine weitere Verschiedenheit machte sich noch in der Weise geltend, daß die Parzellen 1a, 2a, 5, 6c, 4c und 2c, vermutlich infolge feuchterer Lage, sich gleichfalls durch üppigeres Wachstum auszeichneten. Jedoch kurz vor der Ernte lagerten sich gerade diese Parzellen. Die Ernte wurde am 11. August 1924 vorgenommen, also noch unmittelbar vor der großen Regenperiode dieses Jahres. Das Ernteergebnis bringt die Tabelle II auf Seite 134 in der gleichen Weise wie Tabelle I zur Darstellung.

Die Mehrerträge durch die verschiedenartige Stickstoffdüngung stellen sich daher folgendermaßen:

Mehrertrag durch N-Düngung	Gesamt-Trockensubstanzernte	Körner-Trockenmasse	Stroh-Trockenmasse	Gesamtstickstoff
kleine Jauchegabe .	2,60 ± 2,34	1,64 ± 0,84	0,94 ± 1,49	0,004
mittlere Jauchegabe .	3,44 ± 2,08	1,41 ± 1,00	2,01 ± 1,26	—
hohe Jauchegabe . .	6,22 ± 2,34	1,98 ± 1,12	4,22 ± 1,33	0,020
Salpeter	12,10 ± 3,36	4,64 ± 1,74	7,44 ± 1,73	0,099
Ammonsulfat . . .	10,52 ± 1,63	3,12 ± 0,90	7,39 ± 1,26	0,079

Auch hier sehen wir, daß die geringen Mehrerträge durch Jauchestickstoff mit Schwankungen behaftet sind, die sie in ihrer Zuverlässigkeit außerordentlich stark in Frage stellen, nur etwas günstiger steht es bei der Gesamternte und Strohernte durch die hohe Jauchegabe. Hier kann man mit gewisser Sicherheit noch auf Wirkung des Jauchestickstoffs schließen. Auch in bezug auf die Wirkung des Salpeter- und Ammonsulfat-Stickstoffs vermögen wir in allen Fällen auf keine völlige Sicherstellung der Mehr-

Tabelle II. Ernte vom Versuch 1924 in Kilogramm.

Parzelle und N-Düngung	Gesamt-Frisch-ernte auf dem Felde	Gesamt-Trocken-substanz-ernte	Körner-Trocken-substanz	Stroh-Trocken-substanz	Proz. N im Korn	Proz. N im Stroh	N-Ernte im Korn Stroh und gesamt
1 Ohne	65.0	25,76	11,57	14,19			
1a Stick-	102,7	33,69	14,34	19,35			
1b stoff-	70,5	28.73	13,04	15.69	1,70	0,25	0,222
1c düngung	72,0	29.87	13,26	16,61			0.041
	77,55	29,51 ± 1,11	13,07 ± 0,62	16,46 ± 0,73			0,263
2	86,5	27,06	14,68	12,38			
2a Kleine	112,0	40.56	18,05	22,51			
2b Jauche-	74,5	31,07	13,38	17,69	1,56	0,22	0,229
2c gabe	78,5	29,74	12,73	17,01			0,038
	87,87	32,11 ± 2,06	14,71 ± 0.56	17,40 ± 1,30			0,267
3	64,5	27,10	11,41	15,69			
3a Mittlere	86,0	34,18	14,25	19,93			
3b Jauche-	99,5	39,02	17,73	21,29	1,52	0,18	0,220
3c gabe	82,0	31,48	14,51	16,97			0,033
	83,00	32,95 ± 1,76	14,48 ± 0,79	18,47 ± 1,03			0,253
4	76,5	30.53	12,42	18,11			
4a Hohe	84,5	32,38	13,81	18,57			
4b Jauche-	74,5	39,31	17,84	21,47	1,55	0,24	0,233
4c gabe	97,0	40,69	16,14	24,55			0,050
	83,12	35,73 ± 2,05	15,05 ± 0,93	20,68 ± 1,12			0,283
5 Salpeter	127,5	51,18	23,43	27,75			
5a = mittl.	88,0	34,45	13,89	20,56			
5b Jauche-	113,0	45,24	18,78	26.46	1,76	0,21	0,312
5c gabe	92.5	35.56	14,74	20,82			0,050
	105,25	41,61 ± 3,17	17,71 ± 1,63	23,90 ± 1,57			0,362
6 Ammon-	129,2	38,68	13,65	25,03			
6a sulfat	95,0	37,17	16,06	21,11			
6b = mittl.	100,0	39,37	17,10	22,27	1,76	0,24	0,285
6c Jauche-	104,5	44,91	17,93	26,98			0,057
gabe							
	107,17	40,03 ± 1,19	16,19 ± 0,65	23,85 ± 1,03	—	—	0,342

erträge hinzuweisen. Gerade so wie im Versuche 1923 ist die Gesamt- und Strohtrockenmasse auch hier durch den Ausfall der wahrscheinlichen Schwankungen als sichergestellt zu erachten, nicht aber ganz so einwandfrei sind die Körnererträge, da sie nur innerhalb der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung liegen. Wir erkennen aber unter allen Umständen in den Befunden beider Versuche eine recht gute Übereinstimmung, wodurch das Endergebnis einen recht hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erreicht.

Jedoch wir wünschten, wie schon in der Einleitung hervorgehoben, durch unsere Versuche insbesondere, die Frage zu beantworten, ob die vermittels des Jauchedrills verabfolgte Jauche in ihrer Wirkung dem Salpeter oder Ammonsulfat gleichkommt. Zur Entscheidung dieser Frage stehen uns nachstehend wiedergegebene Erntebefunde zur Verfügung, und zwar sind es für den Vergleich zwischen Salpeter und Jauche folgende:

Versuch 1923.

Erträge durch	an Gesamt-Trockenmasse	an Körner-Trockenmasse	an Stroh-Trockenmasse
Salpeter	64,14 ± 2,71	30,76 ± 2,00	33,37 ± 1,28
mittlere Jauchegabe .	51,99 ± 1,68	24,32 ± 0,96	27,61 ± 1,66
+ durch Salpeter	12,15 ± 3,19	6,44 ± 2,22	5,76 ± 2,09

Versuch 1924.

Salpeter	41,61 ± 3,17	17,71 ± 1,63	23,90 ± 1,57
mittlere Jauchegabe .	32,95 ± 1,76	14,48 ± 0,79	18,47 ± 1,03
+ durch Salpeter	8,66 ± 3,63	3,23 ± 1,81	5,43 ± 1,88

Hiernach müssen wir zwar die Überlegenheit des Salpeters ohne weiteres zugeben, jedoch wir vermissen infolge der Höhe der wahrscheinlichen Schwankungen leider auch hier die wünschenswerte, absolute Sicherstellung der durch die Versuche ermittelten Befunde. Dasselbe müssen wir aus der Gegenüberstellung der Ernteerträge durch Ammonsulfat und Jauche schließen, worüber uns die folgenden Zahlenwerte mit ihren wahrscheinlichen Schwankungen unterrichten.

Versuch 1923.

Erträge durch	an Gesamt-Trockenmasse	an Körner-Trockenmasse	an Stroh-Trockenmasse
Ammonsulfat	56,93 ± 0,55	27,27 ± 0,21	29,68 ± 0,44
mittlere Jauchegabe .	51,99 ± 1,68	24,32 ± 0,96	27,61 ± 1,66
+ durch Ammonsulfat	4,94 ± 1,77	2,95 ± 0,98	2,07 ± 1,72

Versuch 1924.

Erträge durch	an Gesamt-Trockenmasse	an Körner-Trockenmasse	an Stroh-Trockenmasse
Ammonsulfat	40,03 ± 1,19	16,19 ± 0,65	23,85 ± 1,03
mittlere Jauchegabe .	32,95 ± 1,76	14,48 ± 0,79	18,47 ± 1,03
+ durch Ammonsulfat	7,08 ± 2,15	1,71 ± 1,02	5,38 ± 1,45

Das Gesamtergebnis unserer zweijährigen Jauchedrillversuche mit Hafer müssen wir aber dahin zusammenfassen:

1. daß die auf diese Weise dem Felde zugeführte Jauche nur eine geringe Wirkung hervorgebracht hat und
2. daß diese Wirkung nicht der des Salpeters und schwefelsauren Ammoniaks gleichgekommen ist, sondern diese sich als überlegen gezeigt haben, trotzdem die Erntebefunde, die diese Schlüsse erlauben, oftmals unter der Höhe der wahrscheinlichen Schwankungen leiden.

Bevor wir diese Mitteilung schließen, möchten wir noch ganz kurz eine kleine Versuchsreihe zur Veröffentlichung bringen, die den im engsten Zusammenhang mit der Wirkung der Jauche stehenden Einfluß von Harn bezw. Jauche auf die Mineralbestandteile des Bodens zeigen soll. Allerdings handelt es sich in diesen Untersuchungen nur um Vorversuche, die noch eines weiteren Ausbaues bedürfen. Doch sollte jedenfalls durch sie die Frage nach der so oft betonten, experimentell aber noch kaum bearbeiteten, lösenden Wirkung der Jauche auf die Mineralbestandteile, insbesondere Nährstoffe des Bodens, in Angriff genommen werden. Bekanntermaßen wird ja auch einem solchen Einfluß von mancher Seite eine große Bedeutung zugeschrieben. Jedoch wir geben nur das vorläufige Endergebnis unserer diesbezüglichen Versuche wieder, um uns für später eine eingehende Behandlung und Mitteilung über diesen Gegenstand vorzubehalten.

Zu den vorliegend mitgeteilten Versuchen[1]) wurde ein schwerer Lehmboden von Reinhausen benutzt, er enthielt im 10prozent. HCl-Auszug 0,19% SiO_2, 2,96% CaO, 1,82% MgO, 0,42% P_2O_5, 0,41% K_2O und 0,37% Na_2O. Sein Gehalt an N betrug 0,14%, an NH_3-N 0,005%.

[1]) Die Untersuchungen wurden von Herrn Dipl. Landw. Julius Sachse in dankenswerter Weise ausgeführt.

Dieser Boden wurde mit Harn in verschiedenem Vergärungszustande und vergleichsweise mit Wasser behandelt, um die durch den Einfluß der Harnsalze in Lösung gegangenen Mineralstoffe des Bodens kennen zu lernen.

Der erstmalig benutzte frische Schweineharn enthielt in Vol.-Prozenten:

Gesamt-N	SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	Na_2O
0,38	0,004	0,023	0,015	0,04	0,75	0,03

Er brachte nach 24stündiger Einwirkung auf den Boden folgende prozentische Anteile der Mineralbestandteile in Lösung:

SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	Na_2O
6,10	7,09	2,75	30,95	57,06	—

Dagegen wurden 8,11% des Natrons aus dem Harn absorbiert.

Dieser Versuch wurde mit einem anderen Schweineharn wiederholt, und zwar unter Anwendung desselben in verschiedenem Zustande der Vergärung. Der anfangs schwach basisch reagierende frische Harn führte in Vol.-Prozenten:

	NH_3-N	ges. N	SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	Na_2O	K_2O
am Anfang .	0,008	0,240	0,004	0,014	0,006	0,050	0,10	0,45
nach 25 Tagen	0,240	—	0,004	0,006	0,004	0,030	0,08	0.41

Er ließ durch gleiche Behandlungsweise des Bodens wie oben von den Mineralbestandteilen prozentisch desselben in Lösung gehen:

	SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	Na_2O
nach 4tägiger Vergärung	4,05	2,23	3,23	30,90	73,15	—
„ 9tägiger „	4,42	2,51	3,39	30,95	95,55	—
„ 25tägiger „	4,78	2,38	3,23	30,95	95,72	—

Hierzu ist noch zu bemerken, daß der Schweineharn bei einem Gesamt-N-Gehalt von 0,24% am 4. Tage 0,008%, am 9. Tage 0,017% und am 25. Tage 0,24% NH_3N führte. Natron wurde auch bei diesem Versuch nicht in Lösung gebracht, sondern 73,61, bezw. 72,18 und 72,31% davon aus dem Harn als im Boden absorbiert vorgefunden.

Man erkennt also die stark lösende Einwirkung des Harns auf die Phosphorsäure und auf das Kali des Bodens. Dem Ver-

gärungszustande des Harns scheint dabei keine wesentliche Rolle zuzukommen, denn wenn auch wohl die Löslichkeit der Boden-SiO_2 etwas mit der Vergärung zugenommen hat und auch ein stärkerer Einfluß auf das Kali erst vom 9. Tage eingesetzt haben dürfte, so ist ein derartiges Verhalten bei den übrigen Bestandteilen nicht zu beobachten. Auch in der Absorption des Natrons ist kein Unterschied in besagter Richtung vorhanden.

Diese Vorversuche mit Harn weisen aber darauf hin, daß auch der Jauche ein lösender Einfluß auf die Mineralbestandteile des Bodens zugeschrieben werden darf.

Göttingen, im September 1924.

Ein Vegetationsversuch mit „Asahi Promoloid".

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

„Asahi Promoloid" soll ein Verstärkungsfaktor des Düngers sein, also kein Düngemittel im eigentlichen Sinne. Zu seiner Herstellung führte die Beobachtung, daß auf gewissen Landstrichen Japans stets Gemüsearten von bester Qualität und außerordentlicher Höhe gewonnen werden, während dieses in anderen Gegenden trotz Düngung und sonstiger Pflege nicht zu erreichen ist. Man glaubt in der Zusammensetzung des Bodens, insbesondere der Anteilnahme eines besonderen, unbekannten Bestandteils von verschiedener Menge die Ursache dieses Verhaltens erblicken zu müssen und vermutet in der mehr oder minderen Gegenwart von „kolloidem kieselsäurehaltigen Magnesium" diesen fraglichen Stoff. Derselbe wurde schließlich künstlich hergestellt als ein in Wasser lösliches kieselsäurehaltiges Magnesium-Präparat, das die Bezeichnung „Asahi Promoloid" erhielt. Ihm wird nachgerühmt, daß es „in jedem Boden und überall gut wirkt", daß es „kein Düngemittel, sondern ein Faktor ist, welcher das Wachstum der Gemüsesorten erhöht, ihren Geschmack, Farbe und Form verbessert und eine ungewöhnlich gute Ernte verwirklicht". So soll das Präparat auf die uns als unsere Versuchspflanze besonders interessierende Sojabohne eine Ernteerhöhung von 29—32% hervorgerufen haben. Da aber die zu verabreichende Menge des Präparates nur gering zu sein braucht, um schon die auffälligsten Wirkungen zu erzielen, so wird sein Einfluß als ein wahrscheinlich katalytischer angenommen.

Bei derartig verheißungsvollen Aussichten auf Erfolg erschien es uns geradezu als Pflicht, uns persönlich von den Wirkungen des Präparates zu überzeugen, um so mehr als wir neben der Aufforderung zu einer Prüfung auch das Präparat selbst von der „Asahi Glass Co., Ltd. Maruno-Uchi, Tokyo-Japan" übermittelt erhielten.

Was zunächst die äußere Beschaffenheit des „Asahi Promoloids" anbelangt, so stellt es sich zum Teil als eine weiße, milchartige Flüssigkeit dar, in der aber ein großer Teil feiner Teilchen suspendiert oder als weißer Bodenschlamm enthalten ist. Aus diesem Grunde ist es auch für die Anwendung Vorschrift, durch Schütteln eine möglichst gleichartige Verteilung hervorzubringen, was allerdings bei der Beschaffenheit des Präparates eine nicht leichte Aufgabe ist. Gleichfalls ist es recht schwierig, eine für die Analyse brauchbare Durchschnittsprobe zu erhalten.

Die von uns untersuchte Probe enthielt im Mittel 88,31% Feuchtigkeit; ein Gehalt an Stickstoff konnte nicht nachgewiesen werden und in der Trockensubstanz waren nachweisbar an:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	P_2O_5	Cl	Summe
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
62,80	4,75	Sp.	Sp.	17,68	0,85	4,05	1,63	0,384	Sp.	92,14

Der Rest erwies sich als Glühverlust. Da zur Bindung der 17,7% MgO als Silikat 26,6% SiO_2 erforderlich sind, so ist ein Überschuß an SiO_2 vorhanden und dieses auch sicherlich bei Annahme der Anwesenheit kompliziert zusammengesetzter Hydrosilikate des Mg, Al und Na der Fall. Die vorhandenen kleinen Mengen an Nährstoffen wie K_2O, CaO und P_2O_5 spielen keine Rolle, zumal das Präparat in liquider Konsistenz und in nur sehr geringen Quantitäten zur Anwendung gelangt. Seine eventuelle Wirkung muß also von anderen, indirekt wirkenden Faktoren abhängig gemacht werden, wenn man nicht im Magnesium selbst den fördernden Einfluß erkennen will. In 10prozent. Salzsäure waren bei Anwendung von 101,8 g ursprünglicher, feuchter Masse mit 88,31% Wasser löslich in Gramm:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	P_2O_5
0,042	0,208	—	Sp.	1,586	0,067	0,437	0,102	Sp.

Die 10prozent. Lösung wurde durch entsprechenden Zusatz von HCl zur Promoloid-Flüssigkeit erhalten.

Der zu unserm Vegetationsversuch herangezogene Boden war ein Untergrundlehmboden vom Hainholzberg bei Göttingen mit rund 14,0 % Rohton nach ATTERBERG. Sein chemischer Zustand wird durch nachstehenden Salzsäureauszug wiedergegeben.

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	CO_2	Feuchtigkeit
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0,24	1,41	3,10	1,03	0,45	0,31	0,26	0,24	0,19	7,75

Er wurde von uns einmal im ungedüngten Zustande, das andere Mal mit Volldüngung, bestehend aus 4,0 g K_2O als K_2SO_4, 2,5 g P_2O_5 als $CaHPO_4$ und 1,8 g N in Form von NH_4NO_3 je Gefäß, angewandt. Außerdem wurde zur Volldüngung noch etwas Fe als $FeCl_3$ gereicht und die Stickstoffgabe in 2 Raten verabfolgt. Die Versuchsgefäße aus Zink faßten 17 kg Boden.[1]) Ihre Beschickung geschah in üblicher Weise, nachdem sie mit Durchlüftungseinsatz und Kiesschicht versehen waren. Das Promoloid wurde in drei Gaben von wechselnder Höhe gereicht, und zwar genau entsprechend den Vorschriften, indem es mit der 50fachen Wassermenge vermischt hinzugesetzt wurde. Jedoch entschlossen wir uns nach reiflicher Überlegung dasselbe nicht obenauf zu sprengen, sondern vermischten es mit den oberen Bodenschichten, denn wenn das Präparat als Bodenkörper in Wirksamkeit treten sollte, so ist nicht einzusehen, warum es nicht dem Boden einverleibt sein darf. Allerdings waren wir uns von Anfang an klar darüber, daß im Falle des Versagens der Promoloidwirkung, einzig und allein diesem Umstande die Schuld dafür beigemessen werden würde. Wir glauben aber einen solchen Einwand mit Recht aus dem oben dargelegten Grunde zurückweisen zu müssen.

Unsere Versuchsanordnung stellte sich dementsprechend wie folgt:

Anzahl u. Nr. der Gefäße	Grunddüngung	Promoloid-Gabe	
1— 3	—	—	
4— 6	—	10 ccm	der 50fach verdünnten ursprünglichen Flüssigkeitsmasse = 0,2 ccm Promoloid
7— 9	—	20 „	= 0,4 „ „
10—12	—	50 „	= 1,0 „ „
13—15	Grunddüngung	—	
16—18	„	10 ccm	der 50fach verdünnten ursprünglichen Flüssigkeitsmasse = 0,2 ccm Promoloid
19—21	„	20 „	= 0,4 „ „
20—24	„	50 „	= 1,0 „ „

[1]) Entsprechend dem Feuchtigkeitsgrade waren 15,11 kg wasserfreier Boden in die Gefäße eingefüllt worden.

Wie schon erwähnt, hatten wir als Versuchspflanze Sojabohnen, und zwar die „Frühe schwarze Sojabohne“ gewählt. Es geschah dies aus dem Grunde, um eine von denjenigen Pflanzen zu benutzen, die von der Promoloid-Gesellschaft als hervorragend auf Promoloidzusatz reagierend hingestellt worden waren.

Am 14. April wurden je 24 Sojabohnen pro Gefäß eingesät, am 25. des Monats liefen sie auf und am 4. Mai wurde die Zahl der jungen Pflänzchen auf 10 reduziert. Im Anfang der Vegetationsperiode erhielten die Gefäße 28% vom Wasserfassungsvermögen des Lehmbodens zur Verfügung gestellt. Diese Menge Wasser wurde allmählich bis auf 50%, nämlich vom 30. April ab, gesteigert. Da die keine Grunddüngung erhaltenen Pflanzen schon frühzeitig anfingen gelb zu werden, wie überhaupt nur geringes Wachstum und Entwicklung zu zeigen begannen, so wurde schon nach vollendeter Blüte derselben am 8. Juli zur Ernte geschritten. Eine Trennung von „Bohnenstroh“ und Bohnen konnte hier natürlich nicht erfolgen, sondern es wurde die Gesamternte an produzierter Pflanzenmasse ermittelt. Die mit Grunddüngung versehenen Pflanzen entwickelten sich üppig, jedoch ein durch die verschiedenen Promoloidgaben etwa erzeugter Unterschied war auch hier nicht zu beobachten. Als die Blätter zu welken und abzufallen begannen, wurden sie gesammelt. Schließlich waren nur noch die Stiele mit den Schoten übrig, so daß am 2. September auch hier die Ernte vorgenommen werden konnte. Das Ernteergebnis an Trockensubstanzmasse in Gramm war folgendes:

1. Gefäße ohne Grunddüngung.

		Durch Promoloid
1—3 ohne Promoloid	$24{,}06 \pm 0{,}31$	—
4—6 mit 0,2 ccm Promoloid .	$23{,}11 \pm 1{,}29$	$-0{,}95 \pm 1{,}33$
7—9 „ 0,4 „ „ .	$24{,}11 \pm 0{,}97$	$+0{,}05 \pm 1{,}02$
10—12 „ 1,0 „ „ .	$23{,}61 \pm 0{,}49$	$-0{,}45 \pm 0{,}58$

Ein Einfluß des Promoloids war also ausgeblieben, denn wenn wir das gefundene geringe Minus oder Plus unter Berücksichtigung der den Befunden anhaftenden wahrscheinlichen Schwankungen beurteilen, so gelangen wir zu dem Schluß, daß alle Ernten einander völlig gleich ausgefallen sind.

2. Gefäße mit Grunddüngung.

	Gesamt-Ernte	Stroh-Ernte	Körner-Ernte
13—15 ohne Promoloid . .	162,53 ± 1,46	143,73 ± 1,37	18,80 ± 0,09
16—18 mit 0,2 ccm Promoloid	157,23 ± 1,82	137,81 ± 1,90	19,41 ± 1,55
19—21 „ 0,4 „ „	159,49 ± 1,61	137,19 ± 1,83	22,30 ± 0,25
22—24 „ 1,0 „ „	155,19 ± 1,61	133,46 ± 1,65	21,74 ± 0,28

Nach diesen Befunden stellt sich die Wirkung des Promoloids zahlenmäßig ausgedrückt nachstehend dar, wobei das Minuszeichen Minder-, das Pluszeichen Mehrertrag bedeutet.

	Gesamt-Ertrag	Stroh-Ertrag	Körner-Ertrag
Durch 0,2 ccm . .	− 5,30 ± 2,34	− 5,92 ± 2,34	+ 0,61 ± 1,55
„ 0,4 „ . .	− 3,04 ± 2,17	− 6,54 ± 2,30	+ 3,50 ± 0,27
„ 1,0 „ . .	− 7,34 ± 2,17	− 10,27 ± 2,14	+ 2.94 ± 0,29

Demzufolge hat sich die Gesamternte mit der Gabe des Promoloids verringert, wenn auch durch die wahrscheinlichen Schwankungen nur im Falle der höchsten Promoloidgabe auf eine größere Sicherheit dieser Feststellung geschlossen werden kann. Ähnlich liegt es beim Strohertrag, denn auch er ist mit zunehmender Gabe zurückgegangen, im Falle der höchsten Gabe erweist sich der Minderertrag sogar über jeden Zweifel erhaben. Demgegenüber lassen alle drei Körnerernten einen Mehrertrag erkennen, dem allerdings im Falle der kleinsten Promoloidgabe keine Bedeutung zukommt. Wohl aber muß ein solcher in den beiden anderen Fällen infolge des geringen Ausfalls der wahrscheinlichen Schwankungen angenommen werden. Eine Übertragung dieses Ergebnisses auf die Verhältnisse der Praxis darf aber aus bekannten Gründen nicht ohne weiteres geschehen. Wir warnen davor und betonen diesen Umstand ganz besonders, um etwaigen Mißverständnissen von vornherein die Spitze abzubrechen. Andererseits halten wir die Frage der Wirkung des Promoloids hiermit durchaus noch nicht für abgeschlossen, sondern beabsichtigen vielmehr in der nächsten Vegetationsperiode dem Problem erneut unsere Aufmerksamkeit zu schenken, falls uns das dazu erforderliche Promoloid zur Verfügung steht.

Göttingen, im September 1924.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
U.S.A.

Zur Wirkung des Zeotokols (Doleritmehls) auf die Pflanzenproduktion.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

Gesteinsmehle als Düngemittel haben bekanntlich vor noch nicht allzulanger Zeit die agrikulturchemische Forschung eingehend beschäftigt. HENSELsches Steinmehl, dann später Phonolithmehl sollten als Kalidünger bevorzugte Wirkung ausüben. Als aber ihre nur bedingungsweise und untergeordnete Wirkung in genannter Richtung dargetan worden war, wurde auch versucht dem Phonolithmehl noch andere günstige, direkte oder indirekte Einflüsse auf das Pflanzenwachstum zuzuschreiben, ohne daß es jedoch gelingen wollte, strenge Beweise hierfür beizubringen. Entsprechend ihrem Nährstoffgehalt und der Löslichkeit desselben, bedingt durch die Bindungsart der Nährstoffe, insbesondere des Kalis, vermochten diese Gesteinsmehle aber sicherlich nicht die Konkurrenz mit den üblichen anerkannten Kali-Düngemitteln auszuhalten, so daß von ihrer Anwendung für die Praxis abgesehen werden mußte; mit anderen Worten, es zeigte sich, daß Gesteinsmehle als nährstoffspendende Materialien, also Düngemittel im eigentlichen Sinne, nicht mit besonderem Erfolg verwendbar erscheinen.

Da sich aber neuerdings das Interesse agrikulturchemischer Fragen zugunsten bodenkundlicher Betrachtungsweise verschoben hat, so kann es uns durchaus nicht auffallen, daß auch die Wirkung der Gesteinsmehle nicht mehr einseitig vom Standpunkt ihrer chemisch-stofflichen Beschaffenheit als Nährstoffträger beurteilt werden, sondern daß man sie als mit besonders günstigen

Eigenschaften ausgestattete Bodenkonstituenten anspricht, indem durch ihre Zufuhr zum Boden eine Regelung des Nährstoffaustausches in der Art, wie sie die zeolithartigen Bestandteile des Bodens infolge ihrer kolloiden Natur auslösen, erfolgen soll. An die Stelle der direkten Wirkung ist also die des indirekten Einflußes getreten, so daß u. a. in Hinsicht auf ihre Anwendung in der Praxis geradezu von einer Operation des „Tonmergelns" in Analogie einer Mergelung oder Kalkung gesprochen wird, wodurch allerdings die neue Auffassung vom Wesen ihrer Wirkung ganz sicherlich am besten zum Ausdruch gelangt.

Das von Bergassessor Reuter als Zeotokol bezeichnete Präparat, das ein feingemahlenes Doleritgestein (grobkörniger Basalt) darstellt, soll in der oben dargelegten Weise hervorragend wirksam sein, und wird ihm dort bevorzugte Betätigung eingeräumt, wo z. B. Niederschläge und die Ackerfurche eine Verarmung der Ackerkrume an feinsten Bodenteilchen, den Bodenkolloiden, hervorgerufen haben. Aber nicht nur einen Ersatz der verschwundenen feinerdigen Bestandteile soll die Zugabe von Zeotokol zum Boden bewerkstelligen, sondern es wird auch dem infolge seiner Feinheit leicht verwitterbaren Gesteinsmehl nachgerühmt „eine Neubildung der Tonkolloide" im Boden bewirken zu können, um somit die „Bodenbearbeitung zu ergänzen und wirksam zu gestalten".[1]) Dem Umstande der sehr weitgehenden Zerkleinerung des Gesteinsmehles werden alle diese Möglichkeiten eines günstigen Einflußes zugeschrieben, und man erblickt daher schon in der Verabreichung geringer Mengen als „Kopfdünger" neben der eigentlichen Volldüngung die Gewähr des Erfolges.

Da es uns vorläufig nickt zweckmäßig erscheint in eine Kritik der vom Erfinder des Zeotokols aufgestellten Ansichten über die Wirkungsweise des Gesteinsmehls einzutreten, so wollen wir unmittelbar unsere diesjährigen Versuche mit Zeotokol, das uns in freundlicher Weise von Herrn Bergassessor Reuter zur Verfügung gestellt wurde, folgen lassen. Leider gelangten wir erst Mitte Juni d. J. in den Besitz dieses Präparates, so daß es uns bei der vorgeschrittenen Vegetationsperiode nicht mehr

[1]) Nach einer uns vorliegenden Ankündigungsschrift: Tonmergeln und die Erhaltung der Bodenkraft im Lichte der modernen Kolloidforschung von Bergassessor Reuter in Berlin W. 62.

möglich war, die Frage nach der Wirkung desselben in größerem Umfange zu studieren. Vor allen Dingen erwies sich die Auswahl einer noch befriedigende Aussicht bietenden Versuchspflanze sehr schwierig. Wir entschlossen uns für Mais, da diese Pflanze neben Schnellwüchsigkeit auch noch die Produktion einer großen Trockensubstanzmasse erhoffen ließ.

Infolge der oben wiedergegebenen theoretischen Anschauungen über die Wirkungsweise des Zeotokols wählten wir drei recht verschiedene Bodenmaterialien für unsern Versuch aus, und zwar erstens einen sehr fruchtbaren, in guter Kultur stehenden, schwereren Lehmboden des oberen Buntsandsteins (Röth) von Reinhausen bei Göttingen, zweitens einen Untergrundboden der Muschelkalkformation vom Hainberge bei Göttingen von gleichfalls beträchtlicher Schwere und schließlich einen tertiären Sand von Haldorf aus der Gegend von Cassel, einer dortigen Sandgrube entstammend. Es war also unter diesen Bedingungen, falls die theoretischen Erwägungen obiger Art zutreffen sollten, zu erwarten, daß der Zeotokolzusatz beim Reinhäuser Lehmboden keinen oder nur geringen Erfolg zeitigen würde, dagegen beim tertiären Sande ein solcher im hohen Grade in Erscheinung treten müßte, während vermutlich beim Untergrundlehm eine nur schwache Wirkung zu beobachten sein würde. Allerdings konnte von obigen Gesichtspunkten ausgehend auch folgendes Ergebnis vermutet werden, nämlich daß entsprechend dem Zustande der in den Böden vorhandenen Tonkolloide der Untergrundlehm eine starke Verbesserung erfahren würde. Auch konnte schließlich der Reinhäuser Boden schon eines beträchtlichen Anteils seiner Kolloide durch Auswaschung und „Ackerfurche“ beraubt worden sein und mußte sich dann der Zeotokolzusatz auch hier in beachtenswerter, günstiger Weise bemerkbar machen. Nicht aber war — selbst bei Wirkungslosigkeit des Präparates — eine ungünstige Beeinflussung auf alle drei Bodenarten vorauszusehen.

Zur näheren Kennzeichnung der von uns benutzten Böden sei einmal auf den nach Atterbergs Schlämmethode gewonnenen Tongehalt hingewiesen, der beim Reinhäuser Boden 23,7 %, beim Untergrundboden 14,0 %, beim Sand 1,5 % betrug, und ferner seien nachstehend die in 10prozent. Salzsäure löslichen Nährstoffmengen, die ja bekanntermaßen vielfach als Ausdruck des kolloiden oder zeolithartigen Bodenanteils angesehen werden, angeführt.

	Kulturboden von Reinhausen		Untergrundboden vom Hainberg		Sand aus der Gegend von Kassel	
SiO_2	0,25		0,24		0.16	
Al_2O_3	1,26	4,06	1,41	4,75	0,08	1,12
Fe_2O_3	2,55		3,10		0,88	
CaO	2,01		1,03		0,15	
MgO	2,73		0,45		0,15	
K_2O	0,20		0,31		0,06	
Na_2O	0,34		0,26		0,09	
P_2O_5	1,05		0,24		0,02	
CO_2	1.53		0,19		0,07	
Feuchtigkeit	3,55		7,75		8,17	

Außerdem enthielten die Böden der Reihe nach 0,098; 0,090 und 0,009% Gesamtstickstoff.

Mit diesem Bodenmaterial wurden 24 ordnungsgemäß behandelte Zinkgefäße von 20 cm Höhe und 20 cm Durchmesser, nachdem sie mit Durchlüftungsröhren und Kiesschicht aus frischem Basalt versehen waren, beschickt. Alle Töpfe erhielten je 4 kg lufttrockenen Boden, so daß Gefäß 1—8 mit 3,842 kg des Reinhäuser Bodens, 9—16 mit 3,758 kg des Hainberglehms, 17—24 mit 3,864 kg des Tertiärsandes im wasserfreien Zustande gefüllt wurden. Vor dem Einfüllen hatte jedes Gefäß eine Grunddüngung von 0,7 g N in Form von NH_4NO_3, 0,5 P_2O_5 als $CaHPO_4$ und 0,5 g K_2SO_4 verabreicht bekommen, welche Dünger soweit als angängig im gelösten Zustande mit dem Boden innig vermischt worden waren. Von den 8 mit gleichem Boden gefüllten Gefäßen erhielten je 4 die nach den Vorschriften Reuters berechnete Zeotokolmenge, die nur mit der obersten Bodenschicht vermischt wurde, so daß die derartig behandelten Gefäße durch eine helle Farbentönung ihrer Bodenoberfläche deutlich von den unbehandelten abstachen. Da sich nach der Vorschrift die Menge des zu verabreichenden Zeotokols je Morgen bei mittleren Böden auf 2—3 Ztr., bei leichten Böden auf 3—4 Ztr. und bei schweren Böden auf 4—5 Ztr. stellt, so haben wir für unsere Böden als Mittel 4 Ztr. zugrunde gelegt, so daß bei einem Durchmesser unserer Gefäße von 20 cm und dementsprechender Oberfläche von 314 qcm je 2,512 g Zeotokol pro Gefäß in Anwendung kamen. Die Zusammensetzung des Zeotokols war laut ausgeführter Analyse folgende:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	CO_2	Glühverlust
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
53,80	15,38	6,68	0,41	8,20	1,10	4,64	4,10	0,08	2,63	4,80

Unser Versuchsplan stellte sich also in einfachster Weise wie folgt:

Nummer der Gefäße	Bodenart	Grunddüngung	Differenzdüngung
1— 4	Reinhäuser Lehmboden	ja	—
5— 8		„	+ Zeotokol
9—12	Hainberglehm	„	—
13—16		„	+ Zeotokol
17—20	Tertiärer Sand	„	—
21—24		„	+ Zeotokol

Am 16. Juni 1924 wurden sämtliche Gefäße mit je 10 Maiskörnern (Septembermais) bestellt. Ihr Auflauf erfolgte allerseits sehr gleichmäßig am 21. Juni und wurden die Pflänzchen am 27. Juni auf je 5 Exemplare zurückgeschnitten. Da aber noch später auf einigen Gefäßen eine einzelne Pflanze einging, so wurde am 5. Juli nochmals, aber nun endgültig, auf 4 Exemplare pro Gefäß vereinzelt, welche 4 Pflanzen auf allen Gefäßen mit Ausnahme von Topf 21 bis zur Ernte kräftig gediehen, während auf besagtem Gefäß 21 nur 3 Pflanzen zur vollen Entwicklung gelangten. Bezüglich der verabfolgten Wassergabe ist noch zu bemerken, daß anfangs 40% der vollen Wasserkapazität gereicht wurden, um dann später langsam bis zur Höhe von 70% vorzuschreiten. Von unseren sonstigen Vegetationsbeobachtungen sei nur noch hervorgehoben, daß das Wachstum und die Entwicklung der Maispflanzen auf allen Gefäßen recht freudig war, daß sich aber schon recht bald ein wenn auch nur geringes Übergewicht der nicht mit Zeotokol behandelten Pflanzen erkennen ließ. Während die Pflanzen auf den beiden schweren Böden bis zum Schluß ihre sattgrüne Färbung behielten, stellte sich auf dem Sandboden, deren Pflanzen anfangs in der Entwicklung sichtlich voraus waren, vom 17. Juli an eine deutliche Gelbfärbung ein, die am 19. schon so stark wurde, daß sich die Spitzen und obersten Blatteile rötlich bräunten und zu verwelken drohten. Am 29. Juli brachen wir den Versuch ab und schritten zur Ernte, da es uns nur auf die Menge der produzierten Pflanzen-

masse ankam und an ein Ausreifen der Pflanzen bei der vorgeschrittenen Zeit und ungünstigen Witterung nicht mehr zu denken war.

Die geerntete Trockensubstanzmasse betrug im Mittel der vier Parallelgefäße:

Gefäß Nr.		Trockensubstanzernte in Gramm	Minderertrag durch Zeotokol
1— 4	ohne Zeotokol	39,13 ± 1,53	—
5— 8	mit „	37,88 ± 0,97	1,25 ± 1,81
9—12	ohne „	35,63 ± 0,13	—
13—16	mit „	31,50 ± 0,22	4,13 ± 0,26
17—20	ohne „	39,25 ± 0,68	—
21—24	mit „	38,46 ± 1,24	0,79 ± 1,41

Nach diesen Befunden ist durch die Zeotokolgabe keine günstige Wirkung auf die Trockensubstanzernte ausgelöst worden. Zwar ist die beobachtete Erntedepression durch Zeotokol im Falle des Reinhäuser Lehmbodens und Tertiärsandes zufolge der zugehörigen wahrscheinlichen Schwankungen als nicht bewiesen anzusehen, aber beim Hainholzlehmboden steht die gefundene Ernteerniedrigung doch außer Zweifel. Wenn wir also auch auf Grund unserer Befunde bei den beiden erstgenannten Böden auf keine Beeinflussung durch die Zeotokolzugabe schließen können, so bleibt doch eine ungünstige Einwirkung auf den Untergrundlehm als sicher festgestellt bestehen. Fragen wir uns nach einer Erklärung dieses Verhaltens, so dürfen wir zunächst darauf hinweisen, daß ein Einfluß des Zeotokols als Folge seiner ihm zugeschriebenen kolloiden Eigenschaften ausgeblieben ist, denn sonst hätte er vermutlich bei dem von Kolloiden gänzlich freien Sande doch am ehesten in Erscheinung treten müssen. Dies ist aber durchaus nicht geschehen, und selbst dann, wenn wir Gefäß Nr. 21 mit nur drei geernteten Pflanzen ausschalten, gelangen wir zu dem Differenzernteergebnis von nur 0,41 ± 1,22 g Trockensubstanzmasse zugunsten der verabreichten Zeotokolgabe, was aber zufolge der Höhe der wahrscheinlichen Schwankung auch nichts anderes als die Unwirksamkeit des Zeotokols in besagter Richtung zu erweisen vermag. Daß kein Einfluß auf den in guter Kultur befindlichen Reinhäuser Buntsandsteinboden ausgeübt wurde, war wie schon einleitend dargetan, zu erwarten, denn die geringe Menge zugeführter Kolloidsubstanz kann hier kaum eine Besserung des Bodenzustandes hervorgerufen haben.

Was nun aber das merkwürdige Ergebnis beim Untergrundlehm anbetrifft, so möchten wir zwar (mit aller Reserve) auf folgendes Verhältnis hinweisen, daß unseres Erachtens vielleicht in der Lage ist, eine Deutung zu bringen. Im Untergrundlehm liegen nämlich die Verhältnisse in bezug auf die sich aktiv beteiligenden Kolloidsubstanzen im Sinne der angenommenen theoretischen Voraussetzungen vielleicht doch etwas anders, insofern wir es hier mit einem Substrat zu tun haben, das noch nicht in einen kulturfähigen Bodenzustand übergegangen ist, noch nicht den Verwitterungsgrad eines natürlichen Ackerbodens erreicht hat. Wir dürfen daher vielleicht annehmen, daß seine Tonkolloide noch nicht die Eigenschaften aktionsfähiger Gebilde einer eigentlichen Ackererde besitzen. In einem solchen Zustande befinden sich vermutungsweise die Bestandteile des Gesteinsmehles Zeotokol gleichfalls, denn auch sie haben noch keinen chemischen Umwandlungsvorgang durch Verwitterung durchgemacht. Einer Vermehrung solcher Bestandteile könnte aber der negative Ausfall der Ernten unter Umständen zur Last gelegt werden, denn die Erfahrung lehrt, daß Untergrundböden in unsern Breiten infolge ihres noch nicht vollendeten Verwitterungszustandes nicht günstig auf die Vegetation einwirken. Dieses Verhalten spiegelt sich auch im Ausfall unserer Ernten wieder, indem Reinhäuser Lehmboden und Tertiärsand trotz gleicher Volldüngung wie der Hainbergboden, dennoch höhere Trockensubstanz produziert haben. Jedoch selbst dann, wenn wir dieser Deutungsweise keine Bedeutung beilegen, so bleibt doch sicherlich für unseren Versuch der Tatbestand aufrecht, daß das Zeotokolpräparat keine Wirkung oder gar geringe Depression der Ernten hervorgerufen hat und wir daher die in Anspruch genommene, aus theoretischen Gründen gefolgerte Wirkungsweise des Zeotokols auf die Pflanzenproduktion vorläufig als wenig befriedigend erblicken müssen.

Wir haben nun auch noch zum Überfluß eine Bestimmung der Nährstoffe in der Trockensubstanzernte vorgenommen. Sie hat zu nachstehenden Ergebnissen geführt, jedoch müssen wir bekennen, daß auch durch diese Zahlen keine wesentlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der Trockensubstanz, mithin eines durch das Gesteinsmehl Zeotokol bedingten Einflusses, in Erscheinung treten.

	Prozentischer Gehalt an Nährstoffen.					
Reinhäuser Lehm	N	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
1—4 ohne Zeotokol . .	2,15	0,57	1,10	0,65	5,57	0,10
5—8 mit „ . .	2,33	0,52	1,12	0,67	5,82	0,14
Untergrundlehm						
9—12 ohne Zeotokol . .	1,63	0,54	0,74	0,44	2,70	0,07
13—16 mit „ . .	1,71	0,59	0,86	0,51	2,27	0,08
Tertiärsand						
17—20 ohne Zeotokol . .	1,40	0,49	0,58	1,14	2,02	0,07
21—24 mit „ . .	1,49	0,54	0,68	1,10	2,21	0,12

Umgerechnet auf die gefundene Erntetrockenmasse ergeben sich folgende Mengen aufgenommener Nährstoffe in Gramm:

	N	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
1—4 . . .	0,841	0,223	0,430	0,254	2,178	0,040
5—8 . . .	0,883	0,196	0,424	0,256	2,206	0,054
9—12 . . .	0,581	0,193	0,264	0,156	0,962	0,026
13—16 . . .	0,539	0,185	0,271	0,161	1,029	0,026
17—20 . . .	0,551	0,193	0,228	0,446	0,794	0,028
21—24 . . .	0,573	0,202	0,262	0,424	0,849	0,047

Fassen wir zum Schluß die Ergebnisse unseres diesjährigen Versuches über die Wirkung des Zeotokols nochmals kurz zusammen, so müssen wir auf die Wirkungslosigkeit dieses Präparates für die Produktion von Pflanzenmasse schließen. Jedoch beabsichtigen wir im nächsten Jahre zu Anfang der Vegetationsperiode eine weitere, ergänzende Versuchsreihe anzusetzen, was wir aus dem angegebenen Grunde in diesem Jahre aber nicht konnten. Vielleicht zeigt sich uns dann ein anderes Bild.

Göttingen, im September 1924.

Ein Beitrag zur Frage nach der Vorbehandlung der Böden mit Ammoniak für die Atterbergsche Schlämmanalyse.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

Gelegentlich der Untersuchungen roterdeartiger Wüstenböden Ägyptens stießen wir bei der Benutzung der ATTERBERGschen Schlämmethode auf gewisse Schwierigkeiten, insofern als der Beobachtung nach tonhaltige Böden bei den ersten Abschlämmungen fast keinen Ton gewinnen ließen, ein Umstand dessen Ursache in der Gegenwart beträchtlicher, leichtlöslicher Salze, also fällend wirkender Elektrolyte, zu erblicken war. Allmählich, nach der Auswaschung der Elektrolyte, konnte aber der in Suspension gegangene Ton zur Abschlämmung gebracht werden, bezw. wir entfernten die leichtlöslichen Salze durch Auswaschen vorher und begannen erst dann mit der Operation des Schlämmens. Die auf diese Weise untersuchten Böden[1]) hatten nachstehende chemische Zusammensetzung und ergaben nach obiger Methode der Ermittlung ihres mechanischen Aufbaues für die einzelnen Korngrößen die umstehend mitgeteilten Zahlenwerte.

Aus der chemischen Zusammensetzung der Böden geht hervor, daß sie nicht nur beträchtliche Mengen wasserlöslicher Salze (besonders Nr. 42) enthalten, sondern auch größere Mengen von Fe_2O_3 und Al_2O_3, die in HCl, wie namentlich das Eisen, leicht löslich sind, führen. Auch die hohen Hygroskopizitätswerte von 11,52 bezw. 10,18 und 12,90 sprechen für das Vorhandensein der Eisenoxyde in zur Hauptsache freier, kolloider Form.

[1]) Vgl. E. BLANCK und S. PASSARGE, Studien über die Verwitterung in den Wüsten Ägyptens. Hamburg 1925 (im Druck).

in Prozent	Rote Stauberde Nr. 40			Rote Stauberde Nr. 41			Rote Stauberde Nr. 42		
	Gesamt	HCl-löslich	H_2O-löslich	Gesamt	HCl-löslich	H_2O-löslich	Gesamt	HCl-löslich	H_2O-löslich
SiO_2	48,38	1,07		69,15	2,22		49,37	1,47	
TiO_2	0,60	—		0,65	—		0,65	—	
Al_2O_3	5,88	3,32		7,17	3,42		9,54	6,73	
Fe_2O_3	8,21	8,20		6,76	6,76		6,76	6,17	
CaO	10,19	7,43	1,710	4,03	3,38	1,310	8,87	6,98	1,76
MgO	0,61	0,03	—	0,94	0,09	—	0,24	0,11	—
K_2O	0,83	0,56	0,081	0,65	0,62	0,091	0,81	0,28	0,12
Na_2O	4,87	1,97	0,130	1,33	0,97	0,230	3,08	1,01	1,23
SO_3	10,12	10,12	2,260	1,97	1,97	1,570	9,67	9,67	2,28
Cl	0,18	—	0,180	0,25	—	0,250	0,64	—	0,64
P_2O_5	0,36	0,36		0,34	0,34		0,30	0,30	
Glühverlust	10,32	—		7,18	—		10,11	—	
CO_2	0,33	0,33	0,330	1,42	1,42	1,420	0,24	0,24	0,24
H_2O bei 105°	4,26	—		2,15	—		3 59	—	
	100,53%			100,42%			100,04%		

	Rote Stauberde		
	Nr. 40 %	Nr. 41 %	Nr. 42 %
Sand 2—0,2 mm	56,96	35,16	50,70
Feinsand 0,2—0,06 mm	15,13	29,02	11,53
Mehlsand 0,06—0,02 mm	11,42	20,21	14,90
grober Schluff 0,02—0,006 mm	5,02	5,00	8,65
feiner Schluff 0,006—0,002 mm	3,17	2,58	10,81
Rohton unter 0,002 mm	7,15	7,02	2,43
Summa	98,95	98,99	99,02

Unter diesen Verhältnissen sowie der oben gedachten Beobachtung lag es nahe, an der Zuverlässigkeit der gefundenen Korngrößen nach Atterbergs Methode zu zweifeln, insbesondere da H. Kappen[1]) auf Fälle aufmerksam gemacht hat, in denen die gewöhnliche Methode versagt. Kappen hat darauf hingewiesen, daß u. a. auch der Gehalt des Bodens an Eisenoxydhydrat die Ursache des Versagens der gewöhnlichen Atterbergschen Schlämmanalyse sein kann, indem er sich von folgendem Gedankengang

[1]) H. Kappen, Studien an sauren Mineralböden aus der Nähe von Jena. Landw. Versuchs-Station 1916, Bd. 88, S. 32.

leiten ließ und auch experimentelle Belege für die Richtigkeit seiner Annahme beibrachte.

Bei der Aufschlämmung eines Bodens mit Wasser erhalten die suspendierten Teilchen negative elektrische Ladung und bleiben meist längere Zeit suspendiert. Gefällt und koaguliert können sie aber schnell werden, wenn man Elektrolyte oder entgegengesetzt geladene Kolloide hinzusetzt. Die in beiden Fällen erhaltenen Koagulate verhalten sich aber verschieden, denn die vermittels der Elektrolyte gewonnenen, können nach Entfernung der Elektrolyte wieder in Suspension gehen, bei den durch Kolloidzusatz gefüllten Koagulaten ist dies aber mit Schwierigkeiten verknüpft, weil sich das bei der Koagulation absorbierte Kolloid durch Wasser nicht so leicht fortschaffen läßt. Die Wiederaufschlämmbarkeit wird daher derartig gefällten Suspensionen mehr oder weniger abgehen. Für die von ihm nach der gewöhnlichen Methode Atterbergs mit negativem Erfolg untersuchten Böden glaubt Kappen daher mit Recht die Erklärung abgeben zu dürfen, „daß auch sie durch Einwirkung von positiven Kolloiden, und zwar bei der eisenschüssigen Beschaffenheit der ganzen Schicht wohl durch Eisenhydroxyd, möglicherweise aber auch unter Mithilfe von Aluminiumhydroxyd hervorgebracht sind.“ [1]) Auf Grund der Tatsache, daß alkalisches oder ammoniakalisches Wasser die Suspendierbarkeit feinverteilter Stoffe in Wasser begünstigt, behandelte Kappen sodann den Boden vor dem Schlämmen nach Atterberg mit 2,5 prozent. Ammoniakwasser auf dem Wasserbade und fand, daß der Boden nunmehr reichlicher in Suspension ging. Für Böden, „die der Beeinflussung durch absorbiertes Eisenhydroxyd oder auch Aluminiumhydroxyd verdächtig sind“ empfiehlt der Genannte diese Vorbehandlung als notwendige Voraussetzung zur Erlangung richtiger Ergebnisse, jedoch er geht noch weiter, indem er wie folgt ausführt: „Die Atterbergsche Schlämmethode mit der beschriebenen Ammoniakbehandlung der Bodenproben möchte ich dagegen für die beste Methode halten und sie nicht allein für die der Eisenhydroxyd- und Tonerdewanderung verdächtigen Böden empfehlen, sondern allgemein für alle Böden; Schaden anzurichten vermag die Vorbereitung mit Ammoniak nicht, ... bei allen nicht genau bekannten Böden bedeutet ihre Anwendung aber eine Sicherung vor Fehlern.“ [2])

[1]) H. Kappen, l. c. S. 36. — [2]) Ders., l. c. S. 44.

Da es uns nicht unmöglich schien, daß ähnliche Umstände auch bei unseren Böden das Resultat der mechanischen Analyse trüben könnten, so entschlossen wir uns in gleicher Weise vorzugehen, mußten aber alsbald erkennen, daß das Ammoniak dennoch Schaden anzurichten imstande ist, worüber wir nachstehend berichten möchten.

Das Ergebnis der modifizierten Schlämmethode fiel für unsere Böden wie folgt aus:

Rote Stauberde Nr. 40.

Angewandt je 20 g lufttrockener Boden. (Feuchtigkeit 5,15%.)

			Mittel	wasserfrei in Proz.
Sand 2—0,2 mm	5,550	5,828	5,689	30,00
Feinsand 0,2—0,06 mm . .	3,076	3,171	3,124	16,48
Mehlsand 0,06—0,02 mm . .	1,854	1,769	1,812	9,56
grober Schluff 0,02—0,006 mm	1,645	1,572	1,609	8,50
feiner Schluff 0,006 - 0,002 mm	1,321	1,043	1,182	6,23
Ton unter 0,002 mm . . .	1,421	1,328	1,375	7,26
			Summa	78,03

Rote Stauberde Nr. 41.

Angewandt je 20 g lufttrockener Boden (Feuchtigkeit 2,80%).

			Mittel	wasserfrei in Proz.
Sand	3,777	3,675	3,726	19,17
Feinsand	6,334	6,602	6,468	33,27
Mehlsand	3,781	3,608	3,695	19,01
grober Schluff . .	1,623	1,491	1,557	8,02
feiner Schluff . .	0,933	0,937	0,935	4,87
Ton	1,368	1,454	1,411	7,26
			Summa	91,60

Rote Stauberde Nr. 42.

Angewandt je 20 g lufttrockener Boden (Feuchtigkeit 9,28%).

			Mittel	wasserfrei in Proz.
Sand	3,394	3,674	3,534	19,48
Feinsand	2,258	2,124	2,191	12,08
Mehlsand	2,882	2,460	2,671	14,73
grober Schluff . .	1,167	1,054	1,111	6,13
feiner Schluff . .	0,530	0,572	0,551	3,04
Ton	3,651	3,414	3,533	19,48
			Summa	74,94

Stellen wir diese Befunde in Vergleich zu denjenigen, die nach der gewöhnlichen Atterbergschen Methode gewonnen wurden, so läßt folgende Übersicht den Unterschied der beiderseits gefundenen Werte deutlich zum Ausdruck kommen:

Ammoniakbehandlung	Nr. 40		Nr. 41		Nr. 42	
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Sand 2—0,2 mm	56,96	30,00	35,16	19,17	50,70	19,48
Feinsand 0,2—0,06 mm . .	15,13	16,48	29,02	33,27	11,53	12,08
Mehlsand 0,06—0,02 mm . .	11,42	9,56	20,21	19,01	14,90	14,73
grober Schluff 0,02—0,006 mm	5,02	8,50	5,00	8,02	8,65	6,13
feiner Schluff 0,006—0,002 mm	3,17	6,23	2,58	4,87	10,81	3.04
Ton unter 0,002 mm . . .	7,15	7.26	7.02	7,26	2,43	19.48
Summe	98,95	78,03	98,99	91,60	99,02	74,94
Verlust	—	21,97	—	8,40	—	25,06

Wie diese Zahlen erkennen lassen, war das erwartete Resultat nur bei einem Boden, nämlich Nr. 42 eingetreten, denn die Tonteilchen bei Nr. 40 und 41 haben keine nennenswerte Vermehrung erfahren. Jedoch außerdem haben die Anteile von 0,006—0,002 und 0,02—0,006 eine starke Veränderung erlitten, wenn sie auch bei allen drei Böden nicht in gleicher Richtung liegt, insofern als bei 40 und 41 durch die vorhergegangene Ammoniakbehandlung eine Zunahme, bei 42 eine Abnahme besagter Teilchen erfolgt ist. Fein- und Mehlsand haben keine wesentliche Veränderung erfahren, wohl ist aber der Sandgehalt in allen drei Fällen ganz beträchtlich herabgedrückt worden, und sehen wie uns schließlich die Summe der vorhandenen Teilchen der mit Ammoniak behandelten Proben an, so müssen wir einen namhaften Verlust, insbesondere bei 40 und 42, als eingetreten feststellen. Besonders das letzte Resultat kam uns ganz überraschend. Es würde dasselbe auch wohl kaum in Erscheinung getreten sein, wenn wir bei unseren Untersuchungen gleichfalls in der meist üblichen Weise der Ermittlung der Anteile zwischen 2 und 0,2 mm durch Differenzbildung vorgegangen wären, wie dieses auch H. Kappen[1]) bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen getan hat. Ferner möchten wir nicht unerwähnt sein lassen, daß die Zeitdauer des Schlämmens durch die besagte Vorbehandlung keine Verkürzung erlitten hat, im Gegenteil hat die Durchführung der Analysen, ganz besonders aber bei Boden Nr. 42, bedeutend längere Zeit

[1]) H. Kappen, l. c. S. 41.

in Anspruch genommen. Hier wollten die in Suspension befindlichen rotgefärbten kleinsten Teilchen gar nicht zum Absatz gelangen.

Da sich als besonders beachtenswert herausgestellt hatte, daß bei der Vorbehandlung unserer Böden mit Ammoniak ein erheblicher Substanzverlust erfolgt war, so wünschten wir auch in chemischer Hinsicht über denselben Klarheit zu gewinnen. Zu diesem Zwecke gingen wir, genau wie bei der Schlämmanalyse, von 20 g des lufttrockenen Bodens aus, behandelten ihn in gleicher Weise mit $2^1/_2$prozent. Ammoniak, filtrierten alsdann vom Boden ab und wuschen diesen solange mit Wasser aus, bis keine Reaktion auf Ammoniak mehr im Filtrat nachzuweisen war. Die Filtrate der drei Böden wurden eingedampft, und es ergab sich in ihnen nachstehender Gehalt an in Lösung gegangenen Stoffen:

Boden Nr. 40	Boden Nr. 41	Boden Nr. 42
3,1340 g	1,1434 g	3,5220 g
d. s. 15,670%	5,717%	17,610%

Diese Werte stimmen nun zwar mit dem bei den Schlämmanalysen ermittelten Verlusten nicht absolut, wohl aber dem Verhältnis nach, überein.

Zieht man aber in Rücksicht, daß wir bei der Bestimmung der ersteren lange nicht soviel Waschwasser benutzt haben, als bei der Schlämmanalyse auf den Boden zur Einwirkung gelangten, und daß ferner bei einer noch weiteren Auswaschung des nach unserer Methode ausgewaschenen Bodens stets noch Mengen von Kalk als in Lösung befindlich nachgewiesen werden konnten, ja, wir sogar garkeinen Anhaltspunkt hatten, wann die Auswaschung zu beenden sei, da wir unmöglich die für die Schlämmanalyse benötigten 68 l destillierten Wassers in Anwendung bringen konnten, so erscheint die Übereinstimmung der Werte vollauf befriedigend.

Der Ermittlung des in Lösung gegangenen Anteils folgte die Analyse desselben, sie ergab nachstehende auf 20 g Ausgangsmaterial bezogene Werte:

	Nr. 40	Nr. 41	Nr. 42
SiO_2 . . .	1,1479 g	0,7540 g	2,0435 g
Al_2O_3 . . .	—	—	—
Fe_2O_3 . . .	—	—	—
CaO	1,9705 g	0,3814 g	1,5735 g
MgO . . .	Sp.	Sp.	Sp.

Neben anderen nicht bestimmten Stoffen, die aber zufolge des Wasserauszuges als vorhanden angenommen werden müssen, sind es Kieselsäure und Kalk, die dem Einfluß des Ammoniaks vorzugsweise zugänglich werden. Jedoch kann auch der Kalk aus dem wasserlöslichen Gips stammen, was sogar wahrscheinlicher sein dürfte.

Wir begnügten uns mit diesen Feststellungen aber noch nicht, sondern wünschten auch noch Aufschluß über die chemische Veränderung der einzelnen Korngrößen unter dem Einfluß der Ammoniaktbehandlung zu erhalten. Da wir nun allerdings zur Zeit der Ausführung unserer Schlämmanalysen (ohne NH_3-Vorbehandlung) noch nichts von den Befunden obiger Art ahnen konnten und die Untersuchung der beiden kleinsten Korngrößen aus anderen Gründen erfolgte, so stehen uns nur diese beiden Fraktionen zum Vergleich zur Verfügung, während wir bei der Untersuchung der Schlämmfraktionen der mit Ammoniak behandelten Böden sämtliche Fraktionen herangezogen haben. Wir wollen nur die Mittelwerte zweier sehr gut übereinstimmender Analysen folgen lassen und die Ergebnisse der mit Ammoniak vorbehandelten Bodenproben zuerst mitteilen (siehe Tabelle S. 160).

Zu diesen Befunden ist zunächst zu bemerken, daß zu ihrer Erlangung von der wasserfreien, bei 105° getrockneten Substanz ausgegangen wurde. Im Gehalt an SiO_2 steckt die kleine Menge bestimmter TiO_2-Mengen, und Spuren von Mangan waren in der Tonfraktion aller drei Böden, bei Boden 42 auch im feinen und groben Schluff, vorhanden. Die Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Korngrößen geht ohne weiteres aus den obigen Werten hervor. Sie interessiert uns in erster Linie hier nicht, läßt aber im allgemeinen für SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, P_2O_5 und Glühverlust einen stufenweise zu- oder abnehmenden Verlauf erkennen, während sich CaO und MgO hierin unregelmäßig verhalten. Für uns steht vielmehr die mit der Vorbehandlung durch Ammoniak verbundene Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der Teilchengrößen im Vordergrund des Interesses, die wir allerdings, wie schon hervorgehoben, nur bei den beiden ersten Fraktionen, Ton und feinem Schluff, verfolgen können. Zu diesem Zwecke stehen uns nachstehende Zahlenwerte zur Verfügung:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Glüh-verlust	Gesamt
Boden Nr. 40.								
Ton unter 0,002 mm	42,67	26,80	10,42	1,26	1,74	1,90	15,92	100,71
feiner Schluff 0,002—0,006 mm	48,05	19,02	20,73	1,20	1,76	Sp.	10,16	100,92
grober Schluff 0,006—0,02 mm	50,42	16,92	18,68	2,14	2,37	„	10,05	100,58
Mehlsand 0,02—0,06 mm	56,18	19,13	13,14	1,71	1,06	„	10,56	101,78
Feinsand 0,06—0,2 mm	62,96	19,58	8,58	1,10	1,27	—	7,84	100,33
Sand 0,2—2 mm	94,06	0,14	3,54	0,41	1,13	—	0,97	100,25
Boden Nr. 41.								
Ton unter 0,002 mm	47,45	20,56	13,26	Sp.	2,75	0,42	16,25	100,69
feiner Schluff 0,002—0,006 mm	57,72	17,67	12,64	0,90	1,88	Sp.	9,79	100,60
grober Schluff 0,006—0,04 mm	67,20	13,58	9,40	1,67	1,21	„	7,91	100,97
Mehlsand 0,02—0,06 mm	76,15	9,04	7,02	1,52	0,26	„	5,62	99,61
Feinsand 0,06—0,2 mm	75,00	9,95	6,64	3,20	2,32	„	4,07	101,18
Sand 0,2—2 mm	86,75	3,03	5,06	3,17	0,73	„	1,33	100,07
Boden Nr. 42.								
Ton unter 0,002 mm	41,34	30,20	11,29	Sp.	1,63	0,21	16,01	100,68
feiner Schluff 0,002—0,006 mm	43,19	25,58	14,07	1,83	2,30	0,11	13,52	100,60
grober Schluff 0,006—0,02 mm	43,18	28,72	12,10	1,34	0,99	0,08	14,20	100,61
Mehlsand 0,02—0,6 mm	58,10	17,11	11,35	1,26	2,16	0,11	10,94	101,03
Feinsand 0,06—0,2 mm	62,61	17,22	8,94	1,28	2,44	0,09	8,63	101,21
Sand 0,2—2 mm	89,32	1,06	4,86	2,35	1,56	0,02	1,63	100,80

1. Ton-Fraktionen.

Boden Nr. 40	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Glühverlust
ohne NH_3-Behandlung	43,47	36,70	10,38	0,69	0,41	?	8,93
mit NH_3-Behandlung .	42,67	26,80	10,42	1,26	1,74	1,90	15,92
Boden Nr. 41							
ohne NH_3-Behandlung	47,62	28,46	9,33	3,52	0,87	?	11,21
mit NH_3-Behandlung .	47,45	20,56	13,26	Sp.	2,75	0,42	16,25
Boden Nr. 42							
ohne NH_3-Behandlung	43,60	34,18	10,38	2,48	0,87	?	9,54
mit NH_3-Behandlung .	41,34	30,20	11,29	Sp.	1,63	0,21	16,01

2. Feine Schluff-Fraktionen.

Boden Nr. 40.							
ohne NH_3-Behandlung	43,24	32,03	10,85	3,08	0,57	—	10,95
mit NH_3-Behandlung .	48,05	19,02	20,73	1,20	1,76	—	10,16
Boden Nr. 41.							
ohne NH_3-Behandlung	46,74	31,00	6,60	2,64	2,60	—	11,33
mit NH_3-Behandlung .	57,72	17,67	12,64	0,30	1,88	—	9,79
Boden Nr. 42.							
ohne NH_3-Behandlung	43,62	33,32	10,26	0,78	0,35	—	12,20
mit NH_3-Behandlung .	43,19	25,58	14,07	1,83	2,30	0,11	13,52

Wir müssen allerdings zugeben, daß wir auf diese Weise charakteristischere Unterschiede aufzudecken gehofft haben, als tatsächlich in der ermittelten Zusammensetzung der verschieden behandelten Böden zum Ausdruck kommen. Es ist zwar nicht zu verkennen, daß die Anteilnahme von Al_2O_3 und Fe_2O_3 eine Veränderung erfahren haben, jedoch liegt dieselbe nicht stets in gleicher Richtung. Der auf gewöhnlichem Wege erhaltenen Ton- und Schluff-Fraktion kommt bei allen drei Böden für jeden einzelnen Boden, also unter sich, eine im allgemeinen ziemlich gleiche Zusammensetzung zu, aber die durch Ammoniakbehandlung gewonnenen Fraktionen desselben Bodens weisen erhebliche Abweichungen untereinander auf. Das zeigt aber schon, daß ein Eingriff stattgefunden haben dürfte. Vergleicht man die Tonfraktionen ein und desselben Bodens unter sich in Hinsicht auf die den Ton bestimmenden chemischen Konstituenten, die für unsere Fragen in erster Linie in Betracht kommen, so ergibt sich durch den Ammoniakeinfluß kaum eine Veränderung im Gehalt aller drei Böden an SiO_2, wohl aber zeigt sich allgemein ein Rückgang der Tonerde und eine Zunahme des Glühverlustes,

während das Eisen in allen drei Fällen recht abweichend voneinander zugenommen hat. Das Zurücktreten des Al_2O_3 läßt sich gleicherweise, aber noch stärker, beim feinen Schluff erkennen, außerdem macht sich hier allerseits eine starke Zunahme des Fe_2O_3 geltend, wie auch der SiO_2-Gehalt mit Ausnahme von Boden 42 zugenommen hat, und der Glühverlustgehalt nahezu gleich geblieben ist. Wir dürfen demnach, wenn wir auch keine weitgehenden Schlüsse aus unseren Befunden ziehen können, doch annehmen, daß die Sesquioxyde durch den Vorgang in Mitleidenschaft gezogen worden sind.

Wie sich aber auf Grund der Gegenüberstellung auf S. 157 ergeben hat, sind die größten Unterschiede in der Sandfraktion zu erwarten, wenn auch bei Boden 42 solche schon in der Ton- und feinen Schluff-Fraktion in Erscheinung treten. Im Falle unserer Bodenarten erscheint es uns daher wahrscheinlicher, daß die beim Abschlämmen des Bodens aufgetretene Anomalie zuvörderst auf den reichlichen Gehalt bezw. Gegenwart der Elektrolyte zurückzuführen ist. Jedoch was das Hauptergebnis unserer Untersuchung anbelangt, so dürfen wir wohl berechtigterweise den Schluß ziehen, daß eine Vorbehandlung der Böden mit Ammoniak für die Schlämmanalyse nach Atterberg nicht ohne weiteres für alle Böden empfohlen werden kann. Denn unter Umständen übt die nur $2^1/_2$prozent. Ammoniaklösung schon tiefeingreifende chemische Einflüsse aus, die in unserem Falle zu einer beträchtlichen Löslichmachung von Kieselsäure geführt haben und das gesamte Schlämmergebnis damit illusorisch machen.

Göttingen, im September 1924.

Studien über einige Staudeneigenschaften der Kartoffelpflanze.

Von

Dr. phil. ERNST SCHAEFER, Dramburg.

Teil einer Göttinger Dissertation: Studien zur Morphologie der Kartoffelpflanze.

(Mit einer Textabbildung.)

Die Eigenschaften der Kartoffelstaude — des oberirdischen Teiles der Kartoffelpflanze — sind in den größeren sich hiermit beschäftigenden Arbeiten von Sorauer, De Fries, Esmarch vor allem vom Standpunkte der Physiologie und des Pflanzenschutzes studiert worden. Den ersten Versuch, sie auch für die Systematik der Kartoffelsorten zu verwerten, machte meines Wissens Ömichen im „Amtlichen Bericht über die Kartoffelausstellung zu Altenburg" 1875. Die nächsten Sortenkunden von Hillmann, Hantsch, Gisevius, Burk, Vogt ziehen nur wenige Staudenmerkmale für die Sortenbeschreibung heran. In größerem Umfange macht jedoch bekanntlich wieder Snell von den Unterschieden in den Staudeneigenschaften Gebrauch. In dem vornehmlich für den Anerkennungsbesichtiger und den Züchter bestimmten Teil seiner Systematik ordnet er die Kartoffelsorten ja nach dem „Staudentypus", d. h. dem Gesamtbild, das die Staudeneigenschaften ergeben.

Diesem Zweige der Kartoffelsystematik sollen die vorliegenden Studien dienen, die eine große Zahl von Staudeneigenschaften der Kartoffel behandeln, von denen einzelne bisher in der Sortenkunde noch keine Verwertung gefunden haben. Die Untersuchungen sind an 94 Sorten durchgeführt, die dem Sortiment des Instituts für Pflanzenbau in Göttingen entstammten und im dortigen Sortengarten auf mittlerem Lehmboden mit starker Stall-

mistdüngung angebaut waren. Die Untersuchungen erstreckten sich neben den hier behandelten Staudeneigenschaften zugleich auch auf die Eigenschaften der Knolle und des Blütenstandes, die in dem vorliegenden Auszug unberücksichtigt geblieben sind.

Es handelt sich also um einen Beitrag zur Sortenkunde, dessen Ergebnisse zugleich zu einer Sortenbeschreibung der beobachteten 94 Sorten ausgewertet sind. Aus Raummangel sind hier jedoch nur die Beschreibungen von 4 Sorten der Arbeit angefügt. Sie sollen zugleich dem praktischen Züchter einen Anhalt bieten, wie er eine Kennzeichnung und Beschreibung seiner Sorten vornehmen kann. Heute begnügt man sich meist noch mit einigen ganz allgemeinen Angaben, die für eine Erkennung der Sorten nicht viel aussagen, so daß der Mangel einer sicheren Sortenbeschreibung sehr empfunden wird. Es erschien daher erwünscht, dieser Frage näher zu treten und Vorschläge auszuarbeiten, die auch dem praktischen Züchter bei ihrer Anwendung keine zu großen Schwierigkeiten bereiten sollten, andererseits aber doch geeignet wären, eine etwas größere Sicherheit in unsere praktische Sortenkunde zu bringen, so weit das bei der großen Zahl der Kartoffelsorten und den oft recht geringen Sortenunterschieden überhaupt möglich ist. Hierfür stellt die vorliegende Arbeit einen ersten Versuch dar. Mehr kann es nicht sein, da die wichtige Modifizierbarkeit der Sorten nur wenig Berücksichtigung finden konnte. Diese Frage wird zur Zeit in anderen Arbeiten am Göttinger Institut näher studiert.

Zugleich wurde das umfangreiche Material benutzt, um festzustellen, ob zwischen einzelnen morphologischen Eigenschaften Beziehungen, sogenannte Korrelationen zwischen verschiedenen Sorten, bestünden. Ein Teil dieser Ergebnisse wird am Schlusse dieser Arbeit mitgeteilt unter Benutzung des Korrelationskoeffizienten nach BRAVAIS.

Die Eigenschaften der vegetativen Pflanzenteile, vor allem die quantitativen, gelten als sehr stark modifizierbar, besonders durch die Ernährungsverhältnisse. Auch scheint die übergroße Zahl gleichnamiger Teile, z. B. Blätter, und ihr ständiges, vielfach schnelles Wachsen und Vergehen eine Feststellung des durchschnittlichen Befundes zu erschweren.

Was die Modifizierbarkeit anbelangt, so muß allerdings gesagt werden, daß die hier mitgeteilten Sortenunterschiede zunächst nur

relativ sind, d. h. sie gelten vorerst beim Vergleiche von Sorten ähnlicher Herkunft und Abbaustufe, die unter gleichen Boden- und Klimaverhältnissen herangewachsen sind. Allgemeine Gültigkeit können sie theoretisch nicht verlangen, exakte Studien über die Modifikabilität können hierüber erst ein Urteil ermöglichen, sie werden die etwaigen Einschränkungen erkennen lassen.

Um die für die Sorte charakteristische Ausbildung einer Eigenschaft festzustellen, mußten naturgemäß die Durchschnittstypen studiert werden. Es waren also die kranken Stauden und offenbaren Modifikationen, Rand- und Lückenpflanzen in den meisten Fällen bei der Feststellung des durchschnittlichen Ausmaßes einer Eigenschaft auszuschließen oder wenigstens mit Vorbehalt heranzuziehen. Ferner waren bei der Beurteilung der einzelnen Organe nur solche gleichen Entwicklungsgrades miteinander zu vergleichen. Das Herausfinden der dem Sortendurchschnitte entsprechenden Stauden und der charakteristischen, gleichwertigen Einzelteile ist nach langer eingehender Beschäftigung mit der Kartoffelpflanze nicht so schwer, wie es zunächst erscheint. Ein durch dauernde Beobachtung geschultes Auge ergänzt hier das Messen und Zählen sehr wertvoll.

a) Stengeleigenschaften.

1. Stengellänge. Die Länge des Stengels wurde gemessen von dem Erdboden bis zum Ansatz der Blätter der Endknospe. Die Variabilität dieser Eigenschaft war folgende:

M	m	σ	mσ	v
63,58 cm	± 1,465 cm	± 13,2 cm	± 1,036 cm	± 20,9%

(Grenzwerte: 40 cm, 110 cm).

Die Messungen wurden in der Zeit des Ansetzens der Knospen und ersten Blüten, vom 10.—25. Juli, vorgenommen, wo nach den hiesigen klimatischen Verhältnissen allgemein ein gewisser Entwicklungsabschnitt anzunehmen war. In diesem Zeitabschnitt erfolgte auch die Feststellung der übrigen Stengel- und Blatteigenschaften. Ergänzt wurden die Ergebnisse natürlich durch Vergleich mit den vor und nach diesem Zeitpunkt gemachten Beobachtungen. Bei Einhaltung des oben geforderten Verfahrens waren die Unterschiede zwischen den Stauden innerhalb einer Sorte nicht erheblich. Will man für die praktischen Zwecke der

Sortenkunde eine Gruppierung vornehmen, so wird man jedoch gut tun, die Klassen nicht zu zahlreich zu nehmen, trotzdem die Sortenunterschiede ja sehr groß sind. Es wäre etwa folgende Einteilung denkbar:

Klassen	Verteilung der Sorten im Versuch
I. Kurzer Stengel (30—55 cm)	25 Sorten
II. Mittellanger Stengel (56—75 cm)	48 „
III. Langer Stengel (über 75 cm)	10 „
	83 Sorten

2. Stengelzahl. Bei der Feststellung der Stengelzahl mußte, abgesehen von der Beobachtung der oben genannten Regeln, vor allem darauf Bedacht genommen werden, daß auch wirklich nur die gleichwertigen Stengel, nicht etwa auch die sehr tief angesetzten Zweige, gezählt wurden.

Variabilität dieser Eigenschaft im Vergleich der Sortenmittel:

M	m	σ	mσ	w
5 (4,92)	± 0,211	± 1,9	± 0,149	± 38%

(Grenzwerte: 3—15).

Im allgemeinen waren die Schwankungen zwischen den Stengelzahlen der Stauden innerhalb der Sorten nicht sehr groß, bei der Mehrzahl betrug der Unterschied 0—2 Stengel. Bei einzelnen Sorten dagegen waren große Sprünge vorhanden, ohne daß so ohne weiteres Standortsmodifikationen angenommen werden könnten.

Als Ausleseeigenschaft ist ja die Stengelzahl pro Staude schon viel benutzt worden, man verlangt in der Regel von einer „guten Staude" mindestens 6 Stengel.

Eine Klasseneinteilung in Bezug auf die Stengelzahl dürfte meines Erachtens trotz der großen Unterschiede für die Bedürfnisse der Praxis nicht zu eng gefaßt sein, etwa folgendermaßen:

Klasse	Zahl der darauf entfallenen Sorten
I. Geringe Stengelzahl (2—3)	17 Sorten
II. Mittlere Stengelzahl (4—5)	39 „
III. Große Stengelzahl (6—8)	20 „
IV. Sehr große Stengelzahl (9—15)	5 „
	81 Sorten

3. Stengelstellung. Unter Stengelstellung ist die Neigung des Stengels gegenüber dem Erdboden zu verstehen. Der Stengel der Kartoffel verläuft selten ganz gerade, er ist meist gebogen. Der Ansatz ist also stets mehr oder weniger wagerecht, die Stengelspitze steht fast immer annähernd senkrecht. Je allmählicher und je höher am Stengel die Krümmung nach oben einsetzt, desto mehr „liegt" der Stengel. Man kann nun den Verlauf des Stengels bis zum Übergang in die Senkrechte durch eine Gerade angeben, diese bildet einen bestimmten Winkel mit dem Erdboden, durch den die Stengelstellung charakterisiert ist.

Von der Beurteilung mußten, abgesehen von den allgemein auszuschaltenden Fällen, auch die Stauden ausgeschlossen werden, bei denen durch Behäufelungsfehler oder Bedeckung durch Nachbarstauden eine unnatürliche Stengellage herbeigeführt war. Dann mußte die Stellung der Stengel in der ersten Wachstumsperiode, bis etwa zum 15. Juli, als charakteristisch angesehen werden. Mit Beginn der Reife oder, bei Spätkartoffeln, dem starken Wachstum der Zweige beginnt nämlich der Stengel sich fast allgemein zu lagern.

Zu Beginn der Untersuchung wurden zunächst Vergleichstypen ausgesucht. Dann wurde der für jede Sorte charakteristische Befund durch eine schematische Skizze festgelegt.

Für die Gruppierung der Sorten empfahl sich folgende Einteilung:

I. Gruppe (Neigungswinkel bis 45°): liegender Stengel
II. „ („ 45 „ 60°): mittelsteile Stengelstellung
III. „ („ 60 „ 80°): steile Stengelstellung.

Die Verteilung der Sorten war folgende:

I. Gruppe: 19, II. Gruppe 34, III. Gruppe: 23 Sorten, untersucht 76 Sorten.

Vollkommen aufrecht gestellte Stengel waren fast gar nicht vorhanden, nur die Sorte „Seebeck" zeichnete sich durch annähernd senkrecht emporstrebende Stengel aus. Die Stengelstellung war innerhalb der Sorten sehr einheitlich.

Die Stellung der Stengel dürfte im Verein mit der Stengellänge von großem Einfluß auf die Gestaltung des Staudentypus einer Sorte sein. Hiervon wird späterhin die Rede sein.

4. Stengeldicke, Stengelform, Stengelflügelung. — Der Stengel der Kartoffelpflanze (und auch der Blattstiel) ist

dreikantig. Die zwischen den Kanten liegenden Seiten sind selten flach, meist sind sie mehr oder weniger gewölbt, so daß sich manche Stengel der runden Form nähern. Diese Unterschiede waren jedoch innerhalb der Sorten meist so wenig einheitlich, daß ich vorläufig auf eine Benutzung dieser Eigentümlichkeit für die Systematik verzichtet habe. Besonders charakteristische Fälle sind in der Sortenbeschreibung angeführt. Auf den Kanten verlaufen bei den meisten Sorten Leisten oder Flügel. Diese können verschieden stark ausgebildet sein, bis zu 3 mm hoch, auch können sie glatt verlaufen oder gekräuselt, letzteres vor allem, wenn sie sehr stark sind.[1])

Die Dicke des Stengels ist sehr stark durch die Flügelung beeinflußt. Es wurde jedoch versucht, die Stengeldicke ohne die Flügel zu erfassen. Hierdurch wurden naturgemäß Messungen sehr schwierig, wie sie ja auch schon allein durch den Umfang des Versuches erschwert waren, es mußte daher mit Vergleichstypen gearbeitet werden. Zugrunde gelegt bei den Angaben ist der durchschnittliche Befund der Stengeldicke der einzelnen Sorte um den 15. Juli herum.

Es wurden 3 Klassen gebildet, auf die sich die 77 Sorten, die einwandfreie Untersuchungen gestatteten, folgendermaßen verteilten:

I.	Klasse:	Schwacher Stengel	10 Sorten
II.	„	Mittelstarker Stengel	36 „
III.	„	Starker Stengel	31 „

Die Schwankungen innerhalb der Sorten waren bei den Angehörigen der Mittelklasse erheblich, bei den Sorten der I. und III. Klasse sehr gering. Die Stengeldicke wird nach SNELL durch Düngung und Feuchtigkeit stark modifiziert. Bei gleichen Verhältnissen will er sie aber als Unterscheidungsmerkmal gelten lassen. Dies letztere scheint auch mir unbestreitbar. Für die Sorten der I. und III. Klasse möchte ich die Stengeldicke wohl auch allgemein als Unterscheidungsmerkmal gelten lassen, da ich auf Grund meiner Beobachtungen die Modifizierbarkeit dieser Eigenschaft nicht für so stark halte, daß sie eine völlige Ver-

[1]) Eingehendere, hier nicht näher interessierende Ausführungen über Stengel (und Blattstiel) bei ESMARCH und DE VRIES, a. a. O.

wischung des charakteristischen Sortendurchschnittes heibeiführen könnte.

Die Flügelung der Stengel wurde für jede Sorte in schematischer Skizze festgelegt. Hier mußten zur Ordnung der Abstufungen folgende Klassen gebildet werden:

I.	ohne deutliche Flügelung	19 Sorten
II.	kurze Flügel	15 „
III.	mittelstarke Flügel	30 „
IV.	starke Flügel	11 „
		75 Sorten

Ein Urteil über die Eignung dieser Eigenschaft für die Sortensystematik möchte ich erst nach Besprechung ihrer Korrelationen äußern.

5. Stengelfarbe. — Die Farbe der Stengel schwankt von hellgrün bis braunrot. Die Farbstoffe des Stengels sind das Chlorophyll (Grün) und der bereits erwähnte Farbstoff Anthocyan (Blau-Rot).[1]) Diese Farbstoffe sind lokalisiert in einer meist zweizelligen unter der Epidermis liegenden Gewebschicht, der Farbstoffschicht (Sorauer) oder dem subepidermalen Chlorophyllgewebe (Esmarch). Die Schwankungen in der Grünfärbung können schon durch einen verschiedenen Gehalt an Chlorophyllkörnern bedingt sein. Der Gehalt an Anthocyan äußert sich selten rein in einer Blaufärbung oder vielmehr Violettfärbung, nur vereinzelt tritt diese Färbung in Blattachsel und Blattnerven zu Tage. Das Anthocyan bewirkt vielmehr gemeinsam mit dem Chlorophyll eine mehr oder weniger starke schmutzig-braunrote Färbung. So ließen sich folgende Abstufungen unterscheiden: Stengel grün, schwach rotbraun angelaufen,[2]) Stengel grün, stark rotbraun angelaufen, Stengel rotbraun. Die grüne Grundfarbe der I. Gruppe kann dabei alle Schattierungen aufweisen, im letztgenannten Falle ist das Grün meist — 2 gegenteilige im Versuch — vollkommen von dem rotbraunen Farbton verdeckt, der dann über den Blattstiel bis in die Blattnerven verläuft und hier oft ausgesprochen violett ist. Ferner ließen sich Fälle unterscheiden, in denen nur die Blattachseln schwach rotviolett gefärbt waren, während der übrige Stengel rein grün war.

[1]) Nach Snell, a. a. O.

[2]) Snell schiebt hier noch die Stufe: grün, rotbraun angelaufen ein, die ich für entbehrlich halte.

Die Feststellung der Stengelfarbe erfolgte ebenfalls in der Mitte des Juli, wiederum mit Hilfe von Mustertypen. Es konnten folgende Abstufungen festgestellt werden:

1. Hellgrün	12 Sorten	}	ohne
2. Grün	26 „	}	braunrote
3. Dunkelgrün	5 „	}	Färbung
4. Schwach rotbraun angelaufen	20 „		
5. Stark rotbraun angelaufen	6 „		
6. Rotbraun	9 „		
7. Grün, rotbraune bis violette Blattachseln	4 „		
	82 Sorten		

Grad der Braunfärbung	Grundfarbe			
	hellgrün	grün	dunkelgrün	verdeckt
	%	%	%	%
schwach rotbraun angelaufen	24	36	40	—
stark rotbraun angelaufen	—	16	68	16
rotbraun	—	—	22	78
violette Blattachseln	66	33	—	—

Es scheint sich demnach mit Zunahme des rotbraunen Farbtones auch die Grundfarbe zu verdunkeln. Die Abstufungen 5., 6., 7. halte ich für festbleibende Sortenmerkmale, die zweifellos in allen Fällen, selbst beim Vergleich verschiedener Herkünfte, zur Unterscheidung herangezogen werden können. Die Abstufungen 1—3 und 3—4 scheinen mir durch Modifikation ineinander verschiebbar zu sein, sind wenigstens nicht bei allen Sorten gleichmäßig fest. Diese Annahmen stützen sich auf die Beobachtungen der Farbtonunterschiede innerhalb der Sorten. Spezielle Modifikationsversuche müßten hier endgültige Klarheit schaffen. Erweitert wird die Bedeutung der Eigenschaft Stengelfarbe als Unterscheidungsmerkmal, wenn sie in Beziehung gesetzt wird zu der Farbe der Knollenschale.

b) Blatteigenschaften.

Vorbemerkung: Das Laubblatt der Kartoffelpflanze ist ein unpaariges Fiederblatt. An einem gemeinsamen Stengel sitzt an der Spitze ein einzelnes, das Spitzenfiederblatt, darunter 3 bis 4 bis 5 Paare von Mittelfiederblättern. Die Paarlinge dieser Mittelfiederblätter sind nicht immer genau gegenständig. Zwischen dem Spitzenfiederblatt und dem ersten Mittelfiederblattpaare sitzen oft

paarweise, aber auch einzeln, kleine, im Wachstum zurückgebliebene Spitzenmittelblättchen. Auch zwischen jedem Mittelfiederblattpaare und dem letzten Mittelfiederblattpaare und der Blattachsel können 1—3 Paare solcher kleinen Blättchen sitzen, die wir Mittelblättchen nennen wollen. Auch sind diese Blättchen in den Blattachseln der Mittelfiederblätter zu finden, als Achselblättchen. In seltenen Fällen findet man an den Stielen der Mittelfiederblätter einzeln oder auch paarweise Fiederblätter II. Ordnung, in der Literatur auch Abspaltungen[1]) genannt, weil sie sich oft aus den Fiederblättern abspalten oder abzuspalten scheinen. Der Blattstiel ist dreikantig, die obere Seite meist konkav, auch er trägt Leisten. In den Blattachsen der Blätter[2]) sitzt regelmäßig ein halbmondförmiges, schuppenartiges Nebenblatt. Die Keimblätter und die allerersten Blätter der jungen Pflanze besitzen eine ungefiederte Blattspreite. Es liegt auch ein Bericht über eine Mutation vor, nach dem eine ganze Staude nur Blätter mit ungefiederter Blattspreite trug, also vielleicht einer Urform der Kartoffelpflanze ähnlich war.[1]) Von einigen Abnormitäten der Blattbildung wird in dem Abschnitte Verwachsungen usw. die Rede sein.

1. Blattzahl, Blattlänge, Blattabstände. — Die Blätter der Kartoffelpfanze stehen zueinander in 8/13 Stellung. Was ihre Zahl anbelangt, so wurde diese bei den einzelnen Sorten als verschieden groß festgestellt. Die Variabilität der Sortendurchschnitte war folgende:

M	m	σ	mσ	v
11,44	± 0,214	± 1,9	± 0,151	± 16,6%

(Grenzwerte 8—15).

Die Blattlänge wurde gemessen von der Blattachsel bis zur Spitze des Spitzenfiederblattes. Auch in bezug auf diese Eigenschaften wiesen die Sortendurchschnitte große Unterschiede auf:

M	m	σ	mσ	v
22,44 cm	± 0,68 cm	± 5,52 cm	± 0,49	± 24,6%

(Grenzwerte 10—36 cm).

Die Unterschiede in Bezug auf die Blattzahl waren innerhalb der Sorten sehr gering, sie betrugen bis höchstens 2 Blatt. Auch der Variabilitätskoeffizient der Blattzahl ist der kleinste bisher für eine Staudeneigenschaft gefundene.

[1]) Klein, Ill. landw. Ztg. 1923, Nr. 10.

[2]) Mit „Blatt" ist also stets das ganze gefiederte Blatt gemeint.

Die Blattlänge schwankte innerhalb der Sorten schon stärker. Die Bedeutung dieser beiden Eigenschaften für die Systematik läßt sich erst würdigen, wenn wir ihre Beziehungen zu anderen Staudeneigenschaften kennen.

Die durchschnittlichen Blattabstände ergaben sich aus der Division Stengellänge: Blattzahl, so daß sie mit diesen beiden Größen gegeben sind. Eine besondere Besprechung erübrigt sich also. Die Bestimmung dieser und auch der folgenden Blatt- und Fiederblatteigenschaften wurde in der Zeit von Mitte bis Ende des Monats Juli vorgenommen. Die hierbei befolgten Regeln sind bereits früher allgemein mitgeteilt worden. Es war demnach darauf zu achten, daß die untersuchten Blätter annähernd der gleichen „Querschnittsebene" der Stauden entstammten. Wegen der vielen Absonderlichkeiten und dem teilweisen Verderb der unteren und der Unentwickeltheit der oberen Blätter kamen vor allem die Blätter der mittleren Stengelpartie in Betracht. Diese sind es ja auch, die besonders in bezug auf die Blattlänge und die Fiederblattform den Staudentypus am meisten beeinflussen.

2. Spitzenmittelblättchen, Mittelblättchen, Achselblättchen. — Von allen drei Arten von Mittelblättchen ist im folgenden die Häufigkeit ihres Vorkommens angegeben, und zwar in Prozent der untersuchten Blätter. Außerdem war es bei den Mittelblättchen zur richtigen Wiedergabe des Befundes notwendig, anzugeben, ob die Ausbildung von 1 oder 2 Paar Mittelblättchen innerhalb der Sorte überwog. Da bei den Achsel- und Spitzenmittelblättchen das zweite Paar überaus selten war, so erübrigte sich hier diese Angabe. Die Unterschiede in der Ausbildung der Blättchen zeigt am besten folgende Übersicht:

	Mittelblättchen.			
I.	0—5% (Keine oder sehr selten)	1 Paar	1 Sorte[1])	
		2 „	—	
II.	10 „ (Selten)	1 „	1 Sorte[2])	
		2 „	—	
III.	50 „ (Mittelhäufig)	1 „	20 Sorten	
		2 „	16 „	
IV.	75 „ (Häufig)	1 „	5 „	
		2 „	14 „	
V.	100 „ (Regelmäßig).	1 „	—	
		2 „	29 Sorten	
			86 Sorten	

[1]) Welkersdorfer. — [2]) Thieles „Magdeburger Blaue".

Diese Übersicht zeigt, daß die Extreme in der Ausbildung der Mittelblättchen gar nicht so sehr häufig sind; in diesem Falle ist also diese Eigenschaft als durchaus brauchbares Sortenunterscheidungsmerkmal anzusehen. Was die Mittelklassen anbelangt, so wäre der Verdacht, ob diese Sorten durch Modifikation nicht einmal in die Klassen II oder V kommen könnten, nicht ganz von der Hand zu weisen. Hier wäre aber wohl erst nach längerem Spezialstudium ein Urteil möglich. Ferner zeigt die Übersicht, wie mit zunehmender Häufigkeit der Mittelblättchen auch die Zahl der ausgebildeten Paare zunimmt. In dieser Beziehung dürften für die Sortenkunde die Korrelationsbrecher das größte Interesse bieten.

Spitzenmittelblättchen.

I.	0—5% (Keine oder sehr selten)	33 Sorten
II.	10„ (Selten)	10 „
III.	50„ (Mittelhäufig)	20 „
IV.	75„ (Häufig)	7 „
V.	100„ (Regelmäßig)	12 „
		82 Sorten

Achselblättchen.

I.	0—5% (Keine oder sehr selten)	33 Sorten
II.	10„ (Selten)	10 „
III.	50„ (Mittelhäufig)	15 „
IV.	75„ (Häufig)	6 „
V.	100„ (Regelmäßig)	14 „
		78 Sorten

In beiden Übersichten fällt die große Sortenzahl in der I. Klasse und die geringe Sortenzahl in der V. Klasse auf; dies ist für die Sortenkunde insofern wichtig, als die Zugehörigkeit einer Sorte zur V. oder auch schon IV. Klasse sie schon in einen ziemlich engen Kreis von Sorten einreiht, also ihre Bestimmung erleichtert. Ferner besteht eine weitgehende Beziehung positiver Richtung in dem Ausmaße der Ausbildung der drei Blättchenarten. Für die Sortenbeschreibung sind natürlich die Korrelationsbrecher von besonderem Interesse, also vor allem diejenigen Sorten, die trotz regelmäßigen Ansatzes von Mittelblättchen doch keine Spitzenmittelblättchen und Achselblättchen tragen.[1])

[1]) Vgl. hierzu die Korrelation 22.

Die von mir ferner aufgestellten Tabellen ergaben deutlich, daß zwischen dem Grade der Wüchsigkeit der Sorte, der Blattlänge und der Fiederblattgröße einerseits und der Häufigkeit der drei fraglichen Blättchen andererseits keinerlei Korrelation besteht. Dies stützt ebenfalls die Ansicht, zu der ich auf Grund meiner Beobachtungen neige, daß die mehr oder weniger starke Ausbildung der Mittelblättchen, Spitzenmittelblättchen und Achselblättchen tatsächlich eine „Sorteneigenschaft" darstellt, die zur Sortensystematik herangezogen werden kann. Solange aber diese Eigenschaft in ihrer Modifizierbarkeit und Erblichkeit noch nicht ausreichend studiert ist, tut man doch vielleicht gut, sich ihrer bei der Sortenunterscheidung und -bestimmung mit Vorsicht zu bedienen, es sei denn, daß die oben erwähnten charakteristischen Typen vorliegen.[2])

3. Fiederblattform. — Um die Form der Fiederblätter erfassen zu können, bedienen wir uns der Proportionen, die die Grundlage ihrer Form abgeben, und ihres Umrisses, der ihnen die speziellere Gestalt gibt.

Wie schon erwähnt wurde, haben wir Spitzenfiederblätter und Mittelfiederblätter zu unterscheiden. Diese weisen innerhalb der Sorte und Staude erhebliche Formunterschiede auf. Die Mittelfiederblätter sind naturgemäß die zahlreicheren, ihre Form charakterisiert also in erster Linie eine Kartoffelpflanze. Daher wird ihre Form zunächst behandelt werden, danach die der Spitzenfiederblätter, im Anschlusse daran werden die sich ergebenden Beziehungen untersucht werden.

Die Grundlage einer Blattform ist das Verhältnis von Länge zu Breite, die dritte Dimension fällt hier aus. Die Breite wurde nun gleich 100 gesetzt und die Länge in Prozent der Breite angegeben, um einen Vergleich der Sorten zu ermöglichen. Die gefundenen Sortendurchschnitte ließen sich wie folgt ordnen:

I. 110—120 : 100, sehr breites Blatt
II. 121—149 : 100, breites Blatt
III. 150—165 : 100, mittelbreites Blatt
IV. 166— . . : 100, langes Blatt
(Grenzwerte: 110 : 100—215 : 100).

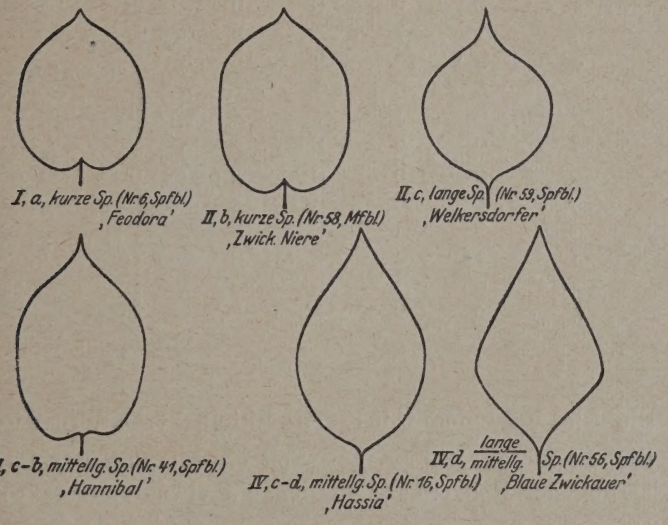
Die reiche Vielgestaltigkeit der Blattumrisse ließ sich folgendermaßen erfassen:

---

[1]) Vgl. KLEIN, Ill. landw. Zeitung 1923, Nr. 10.

a) stark herzförmiges Blatt,
b) herzförmiges Blatt
b—c) herzovales Blatt
c) ovales Blatt
c—d) langovales Blatt
d) lanzettförmiges Blatt.

Die beigefügten schematischen Zeichnungen geben ein Bild von den einzelnen Typen. Die Übergangsformen c—b und c—d hätten ja schon durch die Bezeichnung der Breitenklasse innerhalb der Formgruppen b oder c charakterisiert werden können, doch



wurde diese spezielle Formbezeichnung gewählt, weil es sich um häufige und charakteristische Formen handelt.[1])

Als Drittes muß noch zur vollständigen Beschreibung der Blattform die Ausbildung der Spitze angegeben werden, „mit kurzer Spitze, mittellanger Spitze, langer Spitze". Durch diese drei Angaben dürfte ein Blatt in bezug auf seine Formen ausreichend charakterisiert sein, z. B. Sorte Nr. 9, Blaue Nieren, „IV c langes, ovales Blatt mit langer Spitze".

---

[1]) Puchner gibt in der Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtschaft, 1917, S. 343, folgende Bezeichnungen (in Klammern die entsprechenden hier angegebenen): „Breiteiförmig (Ic), breitherzförmig (a), herzeiförmig (c—b), eiförmig (c), länglich eiförmig (c—d), lanzettförmig (d)."

Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Blattformen zeigt nachstehende Übersicht über 84 Sorten:

	Mittelfiederblätter: kurze Spitze	mittlere Spitze	lange Spitze		
IIa	2	1	0	3 Sorten	15 Sorten
b	2	5	1	8 „	
c—b	1	2	0	3 „	
c	0	0	1	1 Sorte	
c—d	0	0	0	0 „	
d	0	0	0	0 „	
IIIa	0	0	0	0 „	38 Sorten
b	1	7	1	9 Sorten	
c—b	2	13	0	15 „	
c	3	6	1	10 „	
c—d	0	1	1	2 „	
d	0	0	2	2 „	
IVa	0	0	0	0 Sorte	31 Sorten
b	1	0	4	5 Sorten	
c—b	2	4	2	8 „	
c	1	4	3	8 „	
c—d	0	1	2	3 „	
d	0	2	5	7 „	
					84 Sorten

Die Klasse I kommt bei den Mittelfiederblättern nicht vor.

Die Formenverteilung der Spitzenfiederblätter zeigt, unter Weglassung der Spitzenbezeichnung, ein etwas anderes Bild.

Ia	1 Sorte	IIa	9 Sorten	IIIa	0 Sorte	IVa	0 Sorte					
		b	14 „	b	1 „	b	1 „					
		c—b	15 „	c—b	0 „	c—b	0 „					
		c	26 „	c	8 Sorten	c	3 Sorten					
		c—d	1 Sorte	c—d	0 Sorte	c—d	1 Sorte					
		d	0 „	d	2 Sorten	d	1 „					
I	1 Sorte	II	65 Sorten	III	11 Sorten	IV	6 Sorten					82 Sorten.

Man sieht, daß hier die Mehrzahl der Klasse II und c angehört.

Noch deutlicher werden die Unterschiede zwischen Mittel- und Spitzenfiederblatt aus folgenden Übersichten:

Mittelfiederblatt	Spitzenfiederblatt I	II	III	IV		
II	1	12	0	0	13	Sorten
III	0	33	3	0	36	„
IV	0	19	9	6	34	„
	1	64	12	6	83	Sorten

	a	b	(c—b)	c	(c—d)	d		
a	2	0	0	0	0	0	2	Sorten
b	3	8	4	5	0	0	20	„
c—b	3	3	10	10	0	0	26	„
c	0	2	0	16	0	0	18	„
c—d	0	0	0	2	1	0	3	„
d	0	1	0	3	0	5	9	„
	8	14	14	36	1	5	78	Sorten

Diese beiden Übersichten zeigen

1. daß das Spitzenfiederblatt in der Regel bedeutend breiter ist als das Mittelfiederblatt,
2. daß es auch in seiner spezielleren Gestaltung sehr oft und ohne bestimmte Regeln einzuhalten von der des Mittelfiederblattes abweicht.

Daraus ergeben sich für die Sortenkunde die Folgerungen, die Blattform getrennt nach Spitzen- und Mittelfiederblattform anzugeben oder nur die des Mittelfiederblattes als sortencharakteristisch anzuführen. Das erstere würde sich empfehlen, da so ein neues Unterscheidungsmerkmal gewonnen ist, wenn z. B. 2 Sorten in der Mittelfiederblattform übereinstimmen jedoch nicht in der Spitzenfiederblattform.

Was die Brauchbarkeit der Eigenschaft Blattform für die Systematik der Sorten anbelangt, so gehen bie Meinungen hierüber zum Teil auseinander. Puchner hält diese Eigenschaft für nicht sehr zuverlässig, weil sie stark modifizierbar sei.[1]) Snell hält sie für wichtig und bedient sich ihrer bei der Beschreibung der Staudentypen.[2]) Klein hält die Unterscheidung der Sorten nach der Blattform ebenfalls für möglich, ohne ausführlicher darauf einzugehen.[3]) Auch ich möchte mich für die Verwendung dieser Eigenschaft als Sortenmerkmal aussprechen und für die Aufnahme

[1]) Puchner, a. a. O.
[2]) Snell, a. a. O.
[3]) Klein, a. a. O.

genauer Beschreibungen in die Sortenkunde. Für den Praktiker mögen die feineren Unterschiede, z. B. zwischen den Angehörigen der Mittelklasse III, nicht immer leicht erkennbar sein, vielleicht sind sie auch durch Modifikationen verwischbar. Die großen Unterschiede, wie sie zwischen den Sorten der Außenklassen bestehen, werden stets gute Anhaltspunkte bei der Sortenbestimmung geben.

4. Fiederblattgröße. — Die Größe der Fiederblätter wird in erster Linie durch die Länge des Fiederblattes bestimmt, daneben naturgemäß auch durch die Breite und Gestalt. Da eine exakte Flächenberechnung im Rahmen des Versuches große Schwierigkeiten bot, so wurde auf die Erfassung der feinsten Unterschiede verzichtet und die Fiederblattgröße mit der durchschnittlichen Fiederblattlänge der Sorten gleichgesetzt, nachdem durch Nachprüfung die Zulässigkeit dieser Gleichstellung festgestellt war. (Siehe weiter unten.)

Die Variabilität der Sortendurchschnitte war folgende:

M	m	σ	σ	v
7,4	± 0,168	± 0,168	± 0,133	± 23 %[1])

(Grenzwerte: 4,5—11,5).

Die Sorten wurden in 3 Fiederblattgrößenklassen geordnet, auf die sie sich folgendermaßen verteilten:

I. Klasse: kleines Blatt (4,5—6)	19 Sorten
II. Klasse: mittelgroßes Blatt (6,1—8, 9) .	47 „
III. Klasse: großes Blatt (9—11,5). . . .	16 „
	82 Sorten

Unabhängig von dieser nach der Fiederblattlänge erfolgten Einteilung wurden die Blattgrößen der Fiederblätter noch durch Vergleich mit Mustern für die 3 Größenklassen „kleines, mittelgroßes, großes Blatt" festgelegt. Es ergab sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der beiden Methoden.

Ich hatte Gelegenheit, zahlreiche der im Versuche angebauten Sorten kurze Zeit nach den Messungen auf anderen Teilen des Versuchsfeldes sowie auch unter den ganz andersartigen klimatischen Bodenverhältnissen Pommerns zu beobachten. Ich fand, daß sich zwar die absolute Blattgröße von der im Versuch gefundenen unterschied, die Rangordnung unter den Sorten aber im großen und ganzen eingehalten wurde, besonders galt das von den Sorten

[1]) Die Zahlen sind hier nur als Verhältniszahlen zu betrachten.

mit kleinem Blatt wie Mirabilis und denen mit großem Blatt wie Pepo, Pirola, Weiße Riesen (Thiele).

Dies erscheint mir für die Verwendung der Eigenschaft Blattgröße sehr wesentlich zu sein. Geeignet ist sie gewiß als Unterscheidungs- und Bestimmungsmerkmal, jedoch muß man die Unterschiede in der Herkunft und den Abbaugrad sowie gegebenenfalls auch in den Ernährungsbedingungen beim Vergleich der Blattgrößen der zu identifizierenden Sorten berücksichtigen. Wie weit die Grenzen der Modifizierbarkeit dieser Eigenschaft gesteckt sind, müßten noch nähere Untersuchungen lehren. Jedenfalls dürfte es sich nicht empfehlen, die Klassengrenzen enger zu ziehen, als es hier geschehen ist. Ferner sei noch darauf hingewiesen, daß es gerade bei der Fiederblattgrößenbestimmung wesentlich ist, nur Organe gleichen Entwicklungsgrades miteinander zu vergleichen.

Das Spitzenfiederblatt entwickelt sich zuerst und ist deshalb den Mittelfiederblättern an Größe voraus. Bei den ausgewachsenen Blättern haben jedoch die beiden oberen, seltener auch das dritte Mittelfiederblatt, diesen Vorsprung eingeholt und stehen dem Spitzenfiederblatt an Größe wenig nach. Das dritte bleibt allerdings meistens, das vierte stets kleiner. Zur Erläuterung dienen folgende Angaben:

1. Korrelation zwischen Spitzenfiederblattgröße und Größe des ersten Mittelfiederblattes:
   Korrelationskoeffizient $r = \pm 0{,}99$.
   Mittlerer Fehler des Koeffizienten $m_r = \pm 0{,}001$.
2. Korrelation zwischen Spitzenfiederblattgröße und Größe des zweiten Mittelfiederblattes:
   $r = +0{,}865 \pm 0{,}0283$.

Die Korrelation ist also bei 1 fast vollkommen, bei 2 sehr stark.

Untersucht wurde auch der durchschnittliche Abstand der Mittelfiederblätter, auf dem Blattstiel gemessen. Dieser ist besonders in seinen Beziehungen zur Blattlänge und zur Fiederblattgröße interessant, daher wird auf diese Verhältnisse im zweiten Teil eingegangen werden. Hier seien nur die gefundenen die Variabilität betreffenden Zahlen angeführt:

M	m	σ	mσ	v
4,09 cm	± 0,199 cm	± 1,6 cm	± 0,14 cm	± 39,1 %

(Grenzwerte: 2,4—10 cm).

5. Die Zahl der Mittelfiederblätter. — Die verschiedenen Sorten wiesen auch in Bezug auf die Zahl der Mittelfiederblätter je Blatt Unterschiede untereinander auf. Bei der Feststellung dieser Zahlen war natürlich besonders peinlich auf den gleichen Entwicklungsgrad der untersuchten Blätter zu achten.

Ein Bild der Variabilität dieser Eigenschaft geben folgende Zahlen:

M	m	σ	mσ	v
3(3,14	± 0,046	± 0,387	± 0,0342	± 12,6 %

(Grenzwerte: 2—4).

Zu bemerken ist hierzu noch, daß die unteren Mittelfiederblätter, die die Länge von 2 cm nicht erreichten, als Mittelblättchen zu bewerten waren, also hier nicht mitgezählt wurden.

Die obigen Zahlen lassen erkennen, daß die Variabilität dieser Eigenschaft sehr gering ist, so daß sie als Unterscheidungsmerkmal nicht oft in Betracht kommen dürfte.

Die Korrelation zwischen der Blattlänge und der Mittelfiederblattzahl geht aus dem Korrelationskoeffizienten hervor:

$$r = +0{,}471 \pm 0{,}0974.$$

Wegen des Überwiegens der Mittelwerte ist die Korrelation nicht sehr stark, aber noch immerhin fest. Interessant für die Sortenunterscheidung sind wiederum vor allem die Korrelationsbrecher, also die Sorten mit geringer Blattlänge und großer Mittelfiederblattzahl.

6. Blattfarbe. — Mit der Blattfarbe ist die Farbe der Blattspreiten der Fiederblätter gemeint. Es ist bekannt, daß deren Färbung der Staude ein ganz charakteristisches Aussehen verleiht. Viele Sorten zeigen in ihrem ersten Jugendstadium, ihrer Hauptwachstumszeit und während des Abwelkens verschiedene Blattfarben. Hier wird von der Farbe zur Zeit des Wachstumshöhepunktes während der zweiten Juli-Hälfte die Rede sein. Besonderheiten in der Blattfarbe sind bei jungen Kartoffelpflanzen eine hellblaue Tönung der ersten Blätter oder ein besonders leuchtendes Emeraldgrün. Ältere Pflanzen zeigen nicht selten — besonders deutlich bei Blücher und Model — eine rötliche Färbung während des Abwelkens.

Durch Vergleich mit Musterbeispielen wurden die Sorten in folgende 4 Gruppen geordnet:

I. hellgrünes Blatt	5	Sorten
II. grünes Blatt	28	„
III. grün bis dunkelgrünes Blatt . . .	36	„
IV. dunkelgrünes Blatt	13	„
	82	Sorten.

Es ist eine alte, auch bei anderen Kulturpflanzen gemachte Erfahrung, daß die Blattfarbe stark von der Ernährung beeinflußt wird, vor allem färbt eine starke Stickstoffzufuhr die Pflanze dunkler. Die verhältnismäßig starke Stallmistdüngung unserer Parzelle hat vielleicht auch zur Verschiebung der Sortenmehrzahl in die dunkelgrünen Klassen III und IV beigetragen. Der Farbenunterschied jedoch dürfte hiervon nicht berührt werden.

Wenn man bei der Beurteilung der Sorten diese Modifizierbarkeit beachtet, Geilhörste nicht berücksichtigt, vor allem aber, wenn man Sorten mit gleichen Ernährungsbedingungen vor sich hat, so ist meines Erachtens die Blattfarbe ein brauchbares Sortenunterscheidungsmerkmal, das ohne Zweifel zu einer Sortenbeschreibung hinzugehört. Ein nur einigermaßen geübtes Auge findet schon auf Grund der unterschiedlichen Blattfärbung eine Staude Blücher oder Böhms Erfolg aus einem Bestande von Industrie heraus, trotzdem es sich um benachbarte Farbenklassen (II. bis III. Klasse) handelt. Typische Vertreter der I. Klasse waren z. B. Thieles Kuckuck und Früheste, der IV. Klasse Pepo, Laurus, Wohltmann. Eine Einteilung in mehr als 4 Farbenklassen dürfte sich aber mit Rücksicht auf die Modifizierbarkeit dieser Eigenschaft nicht empfehlen.

7. Blattoberfläche. — In der Gestaltung der Fiederblattoberfläche sind die Unterschiede zwischen den Sorten so zahlreich und teilweise so charakteristisch, daß auch sie zur Sortenbeschreibung herangezogen werden können.

Da sind zunächst die Unterschiede in der „Nivellierung" der Blattoberfläche.

Die vom Hauptnerv, dem verlängerten Fiederblattstiel ausgehenden Nerven 1. Ordnung, die sogenannten Rippen, sind bei einigen Sorten sehr ausgeprägt, wo sie verlaufen, zeigt die Fiederblattoberfläche tiefe Einschnitte, das Fiederblatt ist „stark gerippt". Die Sorten mit solch stark gerippten Blättern unterscheiden sich leicht von denen mit schwach gerippten Blättern, da dies Merkmal sehr stark in die Augen fällt. Stark gerippte Blätter zeigten in

unserem Sortiment Helios, Pirola, Dolkowskis Pac und Znicz sowie Deodara (stärker als Parnassia!).

Die Teile der Blattspreite, die zwischen den Rippen liegen, weisen bei zahlreichen Sorten wiederum Einschnitte auf, die augenscheinlich ebenfalls von Blattnerven II. Ordnung und III. Ordnung, die an der Blattunterseite hervortreten, verursacht werden, und dazwischen gewölbte Blattpartien. Diese Einschnitte sind nun bei den einzelnen Sorten sehr verschieden tief und bilden sehr verschieden weite Maschen.

So können wir unterscheiden, neben ungewellten Blattoberflächen,

weit- und flachgewellte Blattoberfläche,
weit- und tiefgewellte Blattoberfläche,
eng- und flachgewellte Blattoberfläche,
eng- und tiefgewellte Blattoberfläche.[1])

Bei näherer Betrachtung ihrer Blätter findet man, daß die Sorten tatsächlich durch diese Eigentümlichkeiten der Fiederblattoberfläche sehr weitgehend charakterisiert sind. Am auffallendsten sind natürlich die extremen Fälle, die fast ungewellten oder weit- und flachgewellten Blätter, wie sie z. B. die meisten frühen Sorten zeigen, oder die eng- und tiefgewellten Blätter, wie sie z. B. Industrie, Achilles, Laurus aufweisen.

Weiterhin ist ein Unterschied zwischen den Sorten zu verzeichnen in bezug auf das Glänzen der Fiederblattoberfläche. Es ließen sich darin 4 Abstufungen unterscheiden:

Sorten mit stark glänzender Fiederblattoberfläche,
Sorten mit glänzender Fiederblattoberfläche,
Sorten mit schwach glänzender Fiederblattoberfläche,
Sorten mit glanzloser Fiederblattoberfläche.

Der Glanz der Blätter hängt anscheinend vor allem von der Beschaffenheit — nach meinen Beobachtungen jedoch nicht nur von der Dicke — der Cuticula ab. Wieweit diese aber, und damit auch das Glänzen, durch äußere Bedingungen modifizierbar ist, vermag ich noch nicht zu entscheiden.

---

[1]) Ich wähle den Ausdruck „gewellt", weil er tatsächlich diese „Berg- und Talbildung" am besten beschreibt. Das Blatt kann ja auch noch in anderem Sinne gewellt sein, wenn nämlich die Blattspreite, als Ganzes, von der Seite betrachtet, Wellen schlägt. Diese Eigenschaft habe ich, da sie mir zu wenig sortencharakteristisch schien, nicht berücksichtigt.

Durch den Glanz ihrer Blätter fallen z. B. leicht einige frühe Sorten wie Thieles Früheste, Paulsens Juli, Blaue Nieren, von späten Sorten Parnassia (mehr als Deodara!), Böhms Erfolge auf.

Die bisher genannten Eigenschaften der Blattoberfläche sind bei Betrachtung der Stauden im Feldbestand verhältnismäßig leicht zu erfassen.

Darüber hinaus habe ich noch versucht, durch Beobachtung einige weitere Merkmale der Blattoberfläche zu erkennen und für die Sortenbeschreibung zu verwerten, über die unbedingt zuverlässige Angaben wohl erst nach mikroskopischer Untersuchung der Blätter möglich wären. Es sind dies

1. Angaben über Ausbildung der Cuticula (Cuticula stark, mittelstark, schwach).

2. Angaben über die Fleischigkeit des Blattes (dünnes, fleischiges Blatt).

3. Angaben über die Behaarung der Blattoberfläche, vor allem die Deckhaare betreffend (dünnbehaart, dichtbehaart, kurzbehaart, langbehaart, schwachbehaart, borstenartig behaart).

Was die Dicke der Cuticula anbelangt, so sind die Extreme sehr charakteristisch: eine dicke, lederartige Cuticula verleiht den Blättern eine auffallende Steife und Starrheit, eine sehr dünne läßt sie schlaff und weich erscheinen (Beispiele Böhms Erfolg und im Gegensatz Fürstenkrone). Über die Eignung der 3 letztgenannten Merkmale des Blattes für die Sortenunterscheidung läßt sich auf Grund der einjährigen, auf Schätzung beruhenden Beobachtungen wohl noch keine Sicherheit erlangen.[1])

8. Verwachsungen, Abspaltungen. — Es ist keine seltene Beobachtung, daß Fiederblätter der Kartoffelpflanze miteinander zu einem großen, blattförmigen Gebilde verwachsen. Besonders häufig ist der Fall, daß das Spitzenfiederblatt mit einem oder auch beiden nächsten Mittelfiederblättern verwächst. Sehr charakteristisch ist eine häufige bei der Industrie vorkommende Art der Verwachsung, das Efeublatt: Spitzenfiederblatt und die nächsten Mittelfiederblätter sind so miteinander verwachsen, daß sie zusammen ein Efeublatt bilden. Wir haben es hier mit einer faltigen Verwachsung zu tun, auf der Verwachsungsnaht hat sich eine

[1]) Besprochen, aber offen gelassen ist diese Frage auch bei Klein, a. a. O., und Broili, Fühlings landw. Ztg. 1921.

Falte gebildet; bei den glatten Verwachsungen gehen die Blattspreiten der verwachsenen Fiederblätter ohne Falte ineinander über.

Das Vorkommen der Verwachsungen bei den einzelnen Sorten wirklich zuverlässig zu studieren, dazu war wohl die Zahl der von jeder Sorte angepflanzten Stauden zu gering. Die Beobachtungen hierüber können also nur einen geringen Beitrag zur Kenntnis dieser Verhältnisse liefern.

Bei den 42 Pflanzen der Sorte Industrie[1]) wurde keine einzige Verwachsung beobachtet (in größeren Beständen habe ich sie, das Efeublatt, häufig festgestellt). Auch die Sorte Pepo[1]) zeigte keine Verwachsung.

Einzelne Verwachsungen, 1—2, kamen vor bei den Sorten Undine, Juwel, Fürstenkrone, Zwickauer Niere, Hero, Beseler, Wohltmann, besonders häufig, fast an jeder Staude, bei Model.

Alle beobachteten Verwachsungen waren glatte Verwachsungen des Spitzenfiederblattes mit einem Mittelfiederblatt und befanden sich an den älteren, d. h. unteren Blättern.

PUCHNER[2]) erklärt die Verwachsungen durch Störungen bei der Entfaltung des Blattes aus der Blattknospe. Eine häufigere Störung soll die sein, daß die Blattknospen der jungen Pflanze von feuchten, verklebten Bodenpartikeln (Lehm!) bedeckt sind, so daß sie sich nicht entfalten können. Die angelegten Fiederblätter werden zu lange in der Knospe eingeschlossen gehalten und verwachsen leicht. Auf Grund meiner Beobachtungen neige ich dazu, diese Erklärung für alle von mir beobachteten Verwachsungen zu geben, einmal auf Grund der Art der Verwachsung und dann, weil während der ersten Wachstumsperiode der an sich lehmige Boden durch den starken Regen oft verklebt war.

Auf eine Entfaltungsstörung ist auch folgende Eigentümlichkeit einzelner Blätter zurückzuführen: Bei einzelnen Sorten, z. B. Fürst v. Lippe, Weltwunder, Kaiserkrone, May Queen u. a. waren die obersten Mittelfiederblätter nicht senkrecht zur Blattachse angesetzt, sondern schräg nach der Spitze zu, so daß ihre Blattstiele mit dem Blattstiel des Spitzenfiederblättchens einen nach der Spitze zu offenen spitzen Winkel bildeten.

---

[1]) SNELL bezeichnet diese Sorten als sehr zu Verwachsungen neigend, a. a. O. S. 34.

[2]) PUCHNER, a. a. O.

Fiederblättchen II. Ordnung (s. S. 171) wurden bei folgenden Sorten beobachtet: Blaue Magnum bonum, Helios, Juwel, Fürst v. Lippe, Graf Dohna, Weltwunder, Bratmöhle, Zwickauer Niere, Non plus ultra, Silesia. Diese Blättchen waren durchweg sehr klein geblieben, höchstens bis zu 1 cm Länge entwickelt. Als Abspaltungen waren sie nicht erkennbar. Die zugehörigen Mittelfiederblätter waren unverändert. Bei Helios wurde ein Ansatz zur Bildung einer echten Abspaltung beobachtet, eine Einkerbung in das Mittelfiederblatt, die deutlich das Entstehen eines Fiederblattes erkennen ließ.

Aus dem bereits erwähnten Grunde muß ich auf eine Diskussion der Bedeutung der Verwachsungen usw. für die Sortenbeschreibung verzichten.

Allgemeine Staudeneigenschaften.

1. Staudenhöhe. — Die Unterschiede in der Höhe der Staude, d. h. dem Abstande des Staudenwipfels vom Erdboden, fallen dem Besichtiger beim Vergleich der Bestände verschiedener Sorten leicht auf, da sie der ganzen Staude ein charakteristisches Gepräge, einen Typus, geben. Frühe Sorten, wie z. B. Thieles Früheste, späte Sorten wie Boehms Erfolg und eine in der Mitte stehende Sorte wie Up to date weisen schon allein in ihrer Staudenhöhe Unterschiede auf, die eine Verwechslung ausschließen.

Welche einzelnen Eigenschaften bei dem Zustandekommen der Staudenhöhe mitwirken, wird sich bei Betrachtung der Korrelationen zu dieser Eigenschaft zeigen. Die Variabilität der Eigenschaft geht aus folgenden Zahlen hervor:

M	m	σ	mσ	v
57,95 cm	$\pm$ 1,435 cm	$\pm$ 13,1 cm	$\pm$ 1,015 cm	$\pm$ 22,62%

(Grenzwerte: 30—95 cm).

Für praktische sortenkundliche Zwecke empfiehlt es sich nicht, viele Abstufungen in der Staudenhöhe zu bilden, sondern vielmehr die Sorten nur in 3 Staudenhöhengruppen zu ordnen:

I.	Niedrige Staude bis 49 cm . .	22 Sorten
II.	Mittelhohe Staude bis 69 cm .	39 „
III.	Hohe Staude 70 und mehr cm	22 „
		83 Sorten

Die Messungen wurden in der Zeit bis Ende Juli, der Zeit des Knospen- bezw. Blütenansatzes, vorgenommen.

Innerhalb der Sorten war die Höhe der Stauden, abgesehen von einzelnen offenbaren Geil- oder verkümmerten Horsten, sehr einheitlich. Da die einzelnen Eigenschaften, wie z. B. die Stengellänge, die die Staudenhöhe bewirken, modifizierbar sind, so muß man bei Benutzung der Staudenhöhe als Unterscheidungsmerkmal zwischen Sorten sehr verschiedenen Abbaugrades und sehr verschiedener Herkunft diese Unterschiede berücksichtigen. Handelt es sich um einigermaßen gleich alte und gleich ernährte Sorten, so ist die Staudenhöhe ein sehr brauchbares Unterscheidungsmerkmal.

2. Wüchsigkeit. (Entwicklung.) — Unter der Wüchsigkeit einer Kartoffelpflanze versteht man ihre Wachstumsenergie oder Triebkraft, mit der sie ihren Organismus ausbildet, und zwar von der Keimung der Knolle angefangen. Vielfach wird für die Äußerung der Wachstumsenergie auch wohl die Bezeichnung „Entwicklung der Pflanze" gewählt. Der Landwirt oder Pflanzenzüchter erkennt die Unterschiede in der Wüchsigkeit seiner Kartoffelsorten meist klar und sicher. Wenn aber ein exaktes Maß hierfür gefunden werden soll, so macht dies Schwierigkeiten. Die vergleichenden Beobachtungen des Feldes müssen aber wohl durch das Maß und die Zahl ergänzt werden, damit man sich ein sicheres Urteil über die verschiedene Wüchsigkeit der Sorten bilden kann.

Um die Unterschiede in dem Entwicklungsgang der Sorten zu erfassen, wurden, abgesehen von der vergleichenden Beobachtung, vor allem die allwöchentlichen Aufzeichnungen über die Staudenhöhe benutzt. Da nun die Staudenhöhe, wie gezeigt, variabel ist, so durften nicht allein die absoluten Maße benutzt werden. Daher wurde bei der Bildung von Wüchsigkeitsklassen folgendermaßen vorgegangen. Von jeder Sorte wurden die Staudenhöhenangaben für folgende Daten nebeneinander gestellt:

	24. Mai	30. Mai	6. Juni
z. B. Nr. 41 (Hannibal)	sehr klein	sehr klein	sehr klein
	19. Juni	14. Juli	31. Juli
	21 cm	60 cm	60 cm

Die Sorte Nr. 41 hat also eine sehr langsame Jugendentwicklung, sie erreicht bis zum 19. VI. nur ein Drittel ihrer Stauden-

höhe, sie erreicht überhaupt nur eine mittlere Staudenhöhe. Sie ist ein Beispiel für die unterste I. Gruppe: sehr geringe Wüchsigkeit. Hauptkriterien der Wüchsigkeit sind also Jugendentwicklung und Zeitpunkt des Erreichens der charakteristischen Staudenhöhe. Die nun folgenden Beispiele werden in das Beurteilungsverfahren noch besser einführen. Die Daten für die Feststellungen sind bei den folgenden Beispielen die männlichen wie bei Sorte Nr. 41.

Nr. 52 klein, klein, klein, 25 cm, 25 cm, 25 cm (I), (H'r Eier).

Nr. 5 0, klein, klein, 25 cm, 57 cm, 57 cm (II), (Hindenburg).

Nr. 63, klein, mittelgroß, mittelgroß, 30 cm, 60 cm, 60 cm (III), (Zeppelin).

Nr. 27, klein, mittelgroß, mittelgroß, 45 cm, 75 cm, 75 cm (IV), (Blücher).

Nr. 76, groß, groß, sehr groß, 65 cm, 80 cm, 95 cm (V), (Pepo).

Die Sorten gruppieren sich folgendermaßen:

I.	Sehr geringe Wüchsigkeit	9 Sorten
II.	Geringe Wüchsigkeit	20 „
III.	Mittlere Wüchsigkeit	24 „
IV.	Starke Wüchsigkeit	17 „
V.	Sehr starke Wüchsigkeit	16 „
		86 Sorten

Die Variabilität, ausgedrückt in Klassenwerten, war folgende:

M	m	σ	mσ	v
3,24	$\pm$ 0,134	$\pm$ 1,2	$\pm$ 0,09	$\pm$ 37 %

Durch die Witterung scheint mir die „absolute Wüchsigkeit" der Sorte nicht modifizierbar zu sein. Gerade in der Unabhängigkeit von der Witterung zeigt sich der Wert dieser Eigenschaft. Im Jahre 1922 folgte auf eine gute bis normale Aufgangszeit eine längere Trockenperiode. Die frohwüchsigen Sorten gingen nun einmal mit kräftigerem Organismus in diese Zeit hinein und setzten ferner ihr Wachtum, zwar gehemmt, aber doch fort, die geringwüchsigen Sorten waren trotz der guten Aufgangsperiode in der Ausbildung ihres Organismus zurück. Sie überstanden die schlechten Zeiten weniger gut (Drahtwurmbefall). Weder die günstige Witterung der Jugendperiode noch die ungünstige des späteren Stadiums konnte die Wüchsigkeitsunterschiede verwischen. Zugleich zeigt dieses Beispiel die Wichtigkeit dieser Eigenschaft. Die Bedeutung wüchsiger (und blattreicher) Sorten für den An-

bau auf Niederungsmoorboden wird stark betont (vgl. HEUSER, Ill. Landw. Zeitung 1923, Nr. 10).

Über Modifikation durch Ernährungsbedingungen konnte ich keine Beobachtungen sammeln.

Sehr stark beeinflußt wird nach meinen Beobachtungen die Wüchsigkeit durch den Abbaugrad. Das Nachlassen der Wachstumsenergie ist eines der Hauptanzeichen für das Abbauen einer Sorte, hiermit reagiert die Pflanze zuerst auf alle die Einflüsse, die wir als abbaubewirkend bezeichnen.

Ich stehe auch nicht an, die geringe Wüchsigkeit mancher Versuchssorten nicht auf die Sorteneigenart zurückzuführen, sondern darauf, daß sie in ihrem Abbau bereits bedeutend weiter fortgeschritten waren als die anderen Sorten, wenn dies auch im übrigen nicht in Erscheinung trat.

3. Reifezeit (Vegetationsdauer). — Eine Kartoffelpflanze hat gleichsam das Ziel ihrer Vegetationszeit erreicht, sie ist reif, wenn sie in ihren Knollen eine „ausreichende" Menge der in den Blättern erzeugten Reservestoffe, hauptsächlich Stärke, aufgespeichert hat. Sie benötigt also die Blätter nicht mehr, diese werden welk, fallen ab, allmählich welkt die ganze Staude, zurück bleibt schließlich nur die kommende Generation, die Knolle. Kennzeichen für die Reife sind also ein der Sortenart entsprechender, ausreichender Umfang und Stärkegehalt der Knollen und das Absterben des Krautes. Die Reife wird nun meist nach dem Verhalten der Staude beurteilt, da dies leichter und deutlicher erkennbar ist als die Beschaffenheit der Knollen. Allerdings sollte diese stets zur Kontrolle der Krautbeobachtungen hinzugezogen werden. Das erste Merkmal der beginnenden Reife ist meist das Umlegen der Stengel, diese verlieren ihre aufrechte Stellung und schmiegen sich mehr dem Erdboden an. Dann beginnen immer mehr die Blätter zu welken und mit ihnen die Stengel. Sind die Mehrzahl der Blätter und Stengel stark verwelkt, so ist die Reife meist vollendet.

Die Kartoffelsorten reifen verschieden spät oder — mit anderen Worten — sie haben eine verschieden lange Vegetationszeit.

Die Sorten des Versuches ließen sich in folgende Gruppen ordnen (es handelt sich selbstverständlich bei jeder Sorte um den durchschnittlichen, typischen Befund):

a)

0.	Sehr früh reifend (bis 15. August)	0 Sorten
I.	Früh reifend, Reife vollendet — 31. August	13 „
II.	Mittelfrühreifend, Reife vollendet — 10. September . .	15 „
III.	Mittelspätreifend, Reife vollendet — 20. September . .	28 „
IV.	Spätreifend, Reife vollendet — 3. Oktober	22 „
V.	Sehr spät reifend, Reife vollendet — Ende des Oktobers	7 Sorten
		85 Sorten

b) die durchschnittliche Vegetationsdauer war also für jede Klasse:

I. 135 Tage
II. 145 „
III. 155 „
IV. 170 „
V. 180—200 Tage.

Die Reife wurde bei den Sorten unserer Parzelle durch die Witterung und die verhältnismäßig starke Stallmistdüngung etwas verzögert. Die angegebenen Zahlen für die Klassengrenzen sind daher zunächst nur Beispiele. Wie weit sie ungefähre Normen sein können, würde sich erst mit Sicherheit aus mehrjährigen Versuchen ergeben. Es darf wohl als allgemeine Erfahrung bezeichnet werden, daß Witterung und Ernährung die Reifezeit stark beeinflussen. Vergleicht man also Sorten, die nicht unter gleichartigen Verhältnissen aufwuchsen, so muß man die Verschiedenheiten berücksichtigen, um ihre Reifezeiten richtig festzulegen. Im übrigen ist ja die Reifezeit ein sicheres, leicht erkennbares Sortenmerkmal, das in der Sortensystematik stets Verwendung gefunden hat.

---

1. Blücher.

(Pommersche Saatzuchtgesellschaft, Silesia.)

Knollenform:[1]	IIa(—III) 4[2]) mittellang bis oval, platt, gleichmäßig, stumpfe Enden, Krone zum Teil spitzer, Nabel versenkt: nicht einheitlich geformt.
Knollengröße:	Sehr groß (über 200 g).
Knollenzahl:	Mittelgroß (Durchschnitt 14—15 Knollen).
Augenzahl:	Groß (15—20).
Augenlage:	Flach, starker Augenbogen.
Augenverteilung:	150 : 100. (Kronendrittel: Rest der Knolle.)

[1]) Snell: Rund, voll, Hantsch: desgleichen.

[2]) Die Zahlen geben die Proportionenklassen an, die die Knollenform bestimmen und die im 1. Teil der Dissertationen erläutert werden.

Schalenfarbe:	Hellockergelb.
Schalenbeschaffenheit:	Schwach rauhschalig.
Fleischfarbe:	Gelblichgrauweiß.
Stärkegehalt:	Mittel-hoch, 18,6%.
Lichtkeim:	Rotviolett, Köpfchen grün.
Knollenansatz:	Dicht und tief.
Stengel:[2])	Lang, stark bis mittelstark, große Flügel. grün, braunrot angelaufen, mittelsteil.
Stengelzahl:	Groß.
Blätterzahl pro Stengel:	9.
Blattlänge:	27 cm.
Fiederblattabstand:	5 cm.
Mittelblättchen:	Mittelhäufig 1—2 Paar.
Spitzenmittel u. Achselblättchen:	Selten.
Fiederblattform:	IIIc—b mittelbreit, herzoval, mittellange bis kurze Spitze.
Spitzenfiederblattform:	IIc—b, breit, herzoval.
Fiederblattgröße:	Mittelgroß.
Fiederblattfarbe:	Grün.
Fiederblattoberfläche:	Schwachglänzend, ziemlich dicke Cuticula, eng und tief gewellt, schwach behaart.
Blütenfarbe:[1])	Weiß mit schwachem, hellrotviolettem Anflug. Stern klein bis mittelgroß.
Blütengröße:	Mittelgroß 2,5 cm, 30% der blühenden Stauden mit sechszipfligen, 30% mit doppelzipfligen Blüten und zwar an jedem Wickel eine.
Blütenstiel:	Mittellang gestielt 10 cm, Stielchen 3 cm.
Blütenzahl:	Reich blühend (fast alle Stauden).
Blütenstände je Staude:	4, Blüten je Stand: 9.
Blühbeginn:	21. Juli.
Blühdauer:	6 Wochen.
Beerenansatz:	Gering; fallen ab.
Wüchsigkeit:	Sehr wüchsig.
Reifezeit:	Mittelspät bis spät.
Staude:	Hoch, zahlreiche gebogene Stengel und Zweige, liegt ziemlich früh, weit ausladend, die welkende Staude färbt sich rötlich.

2. Deodara.

(v. KAMEKE, Deutsches Reich × Jubel.)

Knollenform:	II 3 rundoval, mittelvoll, Enden stumpf, Nabel versenkt, gleichmäßig.
Knollengröße:	Groß (105—200 g).

[1]) SNELL: Hellrotviolett, blüht reich, setzt keine Beeren an, HANTSCH: Violett.
[2]) Die Klassenwerte für die Stengel- und Blatteigenschaften sind im Hauptteil dieser Abhandlung zahlenmäßig angegeben.

Knollenzahl:	Mittel (13—16 Knollen).
Augenzahl:	Groß (15—20).
Augenlage:	Mitteltief, flacher Augenbogen.
Augenverteilung:	100 : 100.
Schalenfarbe:	Ockergelb bis dunkelockergelb.
Schalenbeschaffenheit:	Sehr rauhschalig, zum Teil genetzt.
Fleischfarbe:	Weiß.
Stärkegehalt:	Hoch 19,7 %.
Lichtkeim:	Dunkelrotviolett.
Knollenansatz:	Mitteldicht, flach.
Stengel:	Mittellang, mittelstark, mittelgroße Flügel, grün,[1]) mittelsteil.
Stengelzahl:	Mittelgroß.
Blattzahl:	10.
Blattlänge:	25 cm.
Fiederblattabstand:	4,5 cm.
Mittelblättchen:	Häufig 1 Paar.
Spitzenmittelblättchen:	Keine.
Achselblättchen:	Sehr selten.
Fiederblattform:	III c mittelbreit, oval, mittellange Spitze.
Spitzenfiederblattform:	Breit, oval, II c.
Fiederblattgröße:	Mittelgroß.
Fiederblattoberfläche:	Glänzend, weit und mitteltief gewellt, stark gerippt, mittelstark behaart, fleischig.
Blütenfarbe:	Rotviolett mit großen, weißen Spitzen, Stern mittelgroß, hellgrün, glänzend.
Blütengröße:	Mittelgroß bis groß (2,5—3 cm Breite).
Blütenstiel:	Mittellang bis lang gestielt (10—14 cm), Hochblätter, Stielchen 1,8 cm.
Blütenzahl:	Sehr reich blühend (alle Stauden).
Blütenstände je Staude:	3—4, Blüten je Stand: 8,3.
Blühbeginn:	28. Juli, Blühdauer: 10 Wochen.
Beerenansatz:	Reichlich, große Beeren, fallen ab.
Wüchsigkeit:	Sehr wüchsig.
Reifezeit:	Spät.
Staude:	Mittelhoch, lange Zweige, dichter Busch.

3. Magdeburger Blaue.

(Thiele, Odenwälder Blaue (Reis), Kuckuck (Unterlage)).

Knollenform:[2])	II 4 rundoval, platt, gleichmäßig, Nabelende stumpf, Nabel tief.
Knollengröße:	mittelgroß (80—105 g).
Knollenzahl:	Groß bis mittelgroß (16—18 Knollen pro Staude).
Augenzahl:	Mittelgroß bis groß (10—16).

[1]) Snell: Grün, schwach rotbraun angelaufen.

[2]) Hantsch: Plattoval.

Augenlage:	Flach mit starkem Augenbogen.
Augenverteilung:	180 : 100 (Kronendrittel: Rest).
Schalenfarbe:	Blau mit ockergelben Flecken, Augen ockergelb.
Schalenbeschaffenheit:	Schwach rauhschalig, genetzt.
Fleischfarbe:	Weiß, läuft an der Luft braun an.
Stärkegehalt:	Mittel: 17,9 %.
Lichtkeim:	Hellgrün.
Knollenansatzweise:	Weit, tief.
Stengel:	Mittellang bis kurz, mittelstark, ohne Flügel, grün bis hellgrün, liegend.
Stengelzahl:	Mittelgroß.
Blattzahl:	12 pro Stengel.
Blattlänge:	23 cm.
Mittelblättchen:	Selten 1 Paar.
Spitzenmittelblättchen:	Selten.
Achselblättchen:	Sehr selten.
Fiederblattform:	III c mittelbreitoval, kurze Spitzen.
Fiederblattgröße:	Groß.
Fiederblattfarbe:	Grün bis dunkelgrün.
Fiederblattoberfläche:	Glänzend, glatt, fast ungewellt, mittelstarke Cuticula, dünnbehaart.
	Nur sehr wenige Knospen, die ungeöffnet abfallen.[1])
Wüchsigkeit:	Sehr wüchsig.
Reifezeit:	Mittelfrüh.[2])
Staude:	Mittelhoch, die Blätter stehen wagerecht vom Stengel ab.[3])

4. Model.

(Venhuizen, Primus × Franschen.)

Knollenform:	II 4 rundoval, platt,[4]) gleichmäßig Nabel versenkt
Knollengröße:	Groß (100–200 g).
Knollenzahl:	Sehr groß (25—30 Knollen).
Augenzahl:	Gering (8—9 Augen).
Augenlage:	Sehr flach, flacher Augenbogen.
Augenverteilung:	260 : 100.
Schalenfarbe:	Dunkelockergelb.
Schalenbeschaffenheit:	Sehr rauhschalig, z. T. genetzt.
Fleischfarbe:	Gelblich weiß.
Stärkegehalt:	Hoch, 22 %.
Lichtkeim:	Hellrotviolett.
Stengel:	Sehr lang, sehr stark, kurze Flügel, grün,[5]) steil.
Stengelzahl:	Groß.

---

[1]) SNELL: Zahl der Blüten gering, grünlich weiß, 2,4 cm. HANTSCH: Blüte weiß.
[2]) SNELL u. HANTSCH: Früh.
[3]) Kaiserkronentypus, HANTSCH: Mittelstark belaubt.
[4]) SNELL: Ziemlich voll. — HANTSCH: Plattrund, rund.
[5]) SNELL: Später braun angelaufen. — HANTSCH: Schwach rötlich.

Blattzahl:	9,2.
Blattlänge:	36 cm.
Fiederblattabstand:	9—10 cm.
Mittelblättchen:	Mittelhäufig, 2 Paar, sehr klein.
Spitzenmittel- u. Achselblättchen:	Sehr selten.
Fiederblattform:	IV—IIIc lang/mittelbreit, oval, kurze Spitze, Eiform.
Spitzfiederblattform:	IIc breit, oval, fast ohne Spitze.
Fiederblattgröße:	Sehr groß.
Fiederblattfarbe:	Grün.
Fiederblattoberfläche:	Sehr glänzend, mitteleng und mitteltief gewellt, borstig behaart.
Verwachsungen:	Kommen regelmäßig vor.
Blütenfarbe:	Rotviolett mit elfenfeinfarbenen Spitzen, die auf der Unterseite durchgehen, Stern klein und hellgrün.
Blütengröße:	Mittelgroß (2,5—2,9 cm).[1])
Blütenstiel:	Langgestielt (über 12 cm), Stielchen 2,3 cm.
Blütenzahl:	Reich blühend (fast alle Stauden).
Blütenstände je Staude:	4, Blüten je Stand: etwa 10.
Blühbeginn:	Anfang August.
Blühdauer:	8 Wochen.
Wüchsigkeit:	Sehr wüchsig.
Reifezeit:	Spät.
Staude:	Sehr hoch, bleibt aufrecht, mittelreich verzweigt, daher lockerer Typ, färbt sich beim Welken rötlich.

Anhangsweise mögen hier noch die Ergebnisse der Berechnungen einiger Korrelationen folgen, die beim Vergleich der Eigenschaften der verschiedenen Sorten gefunden wurden. Über die Beziehungen der Eigenschaften innerhalb einer Sorte sagen diese Befunde natürlich nichts aus. Für derartige Untersuchungen war das gewonnene Zahlenmaterial nicht geeignet. Im ganzen sind weit über 100 Korrelationen berechnet worden, von denen aber nur ein kleiner Teil ein positives Ergebnis lieferte. Meist konnten Korrelationen nicht nachgewiesen werden. Im folgenden soll nur ein kurzer Auszug aus denjenigen Korrelationen folgen, deren Koeffizient höher als 0,4 war und die auf die vorstehend behandelten Staudeneigenschaften Bezug haben.

---

[1]) Snell, Klein. — Hantsch, Lila, ziemlich reich blühend.

Korrelationen zwischen Staudeneigenschaften (Stengel und Blatt).

1. Staudenhöhe und Stengellänge . . $r = +0{,}800 \pm 0{,}040$
2. Staudenhöhe und Stengelsteilheit . $r = +0{,}520 \pm 0{,}086$
3. Stengellänge und Stengelzahl . . . $r = +0{,}582 \pm 0{,}073$
4. Stengellänge und Blattlänge . . . $r = +0{,}409 \pm 0{,}104$
5. Stengellänge und Stengelstärke . . $r = +0{,}481 \pm 0{,}086$
6. Blattlänge und Blätterzahl . . . . $r = -0{,}403 \pm 0{,}102$
7. Blattlänge und Fiederblattgröße . . $r = +0{,}753 \pm 0{,}054$
8. Blattlänge und Fiederblattabstand . $r = +0{,}823 \pm 0{,}040$
9. Blattlänge und Fiederblattzahl . . $r = +0{,}471 \pm 0{,}097$
10. Fiederblattgröße u. Fiederblattabstand $r = +0{,}474 \pm 0{,}096$
11. Fiederblattgröße und Stengelstärke . $r = +0{,}563 \pm 0{,}073$

Korrelationen zwischen Stauden- und Knolleneigenschaften.

12. Stengellänge und Knollengewicht . . $r = +0{,}427 \pm 0{,}093$
13. Stengellänge und Knollenzahl . . . $r = +0{,}606 \pm 0{,}072$
14. Stengelzahl und Knollengewicht . . $r = +0{,}462 \pm 0{,}088$
15. Stengelzahl und Knollenzahl . . . $r = +0{,}487 \pm 0{,}095$
16. Fiederblattgröße und Knollengewicht $r = +0{,}396 \pm 0{,}094$
17. Fiederblattgröße und Knollenzahl . $r = +0{,}500 \pm 0{,}085$

Korrelationen zur Wüchsigkeit.

18. Wüchsigkeit und Stengellänge . . . $r = +0{,}574 \pm 0{,}076$
19. Wüchsigkeit und Fiederblattgröße . $r = +0{,}489 \pm 0{,}085$
20. Wüchsigkeit und Knollenzahl . . . $r = +0{,}411 \pm 0{,}098$

Korrelationen zum Stärkegehalt.

21. Stärkegehalt und Vegetationsdauer . $r = +0{,}478 \pm 0{,}086$.

Auch die vorstehende geringe Auswahl zeigt eine Reihe von Korrelationen, die durch die Höhe des mittleren Fehlers noch mehr oder weniger unsicher werden. Ganz fehlten Korrelationen zwischen folgenden Staudeneigenschaften: Stengellänge oder -stärke, Stengelstellung, Stengelflügelung, weiterhin zwischen Bildung von Mittelblättchen, Blattlänge und Wüchsigkeit. Auch zwischen Knollengewicht, Blattzahl und Stengeldicke fehlt jede Beziehung, ebenso zwischen Augenzahl der Knolle und Stengelzahl des Horstes. Vor allem läßt auch der Stärkegehalt keinerlei Korrelation zu irgend einer morphologischen Eigenschaft erkennen, und ebenso verhält sich die Vegetationszeit. Die Untersuchungen über Farben der Knollenschale, des Stengels und Blattes bestätigten der Hauptsache nach die in der Literatur vorhandenen Angaben. Näher auf diese und weitere Untersuchungen einzugehen, ist leider nicht

möglich, ohne zugleich das vorhandene Material vorzulegen, das ist aber an dieser Stelle nicht durchführbar. Wir beschränken uns deshalb auf den hier gegebenen Hinweis.

Verzeichnis der angeführten Schriften.

Broili, Zur Beschreibung der Kartoffel. Fühlings Landw. Ztg. 1921.

De Vries, Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze. Landw. Jahrb. 7, 1887.

Esmarch, Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. Landw. Jahrb. 54, 1920.

Hantsch, Kartoffelsortenliste 1922.

Heusner, Der Kartoffelbau auf Niederungsmoorboden. Ill. landw. Ztg. 1923, 10.

Klein, Die Unterscheidung der Kartoffelsorten am Blatt. Ebenda.

Snell, Kartoffelsorten, Arbeiten aus dem Forschungsinstitut für Kartoffelbau. Heft 5.

Puchner, Das Blatt der Kartoffelpflanze. Naturwissensch. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft 1917.

Bücherbesprechungen.

Die Sozialagronomie, ihre Grundgedanken und Arbeitsmethoden. Von Alexander Tschajanow, Professor der Landw. Hochschule in Moskau. Aus dem Russischen von Friedrich Schlömer. Mit 2 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1924. Preis Gm. 4,50.

Der Verfasser, dessen Schriften von F. Schlömer übersetzt worden ist, will uns in diesem Buch einen Einblick geben in die Maßnahmen und Einrichtungen, die seit längerer Zeit in Rußland und anderen europäischen Ländern getroffen worden sind, um das landwirtschaftliche Gewerbe durch Belehrung der Landwirte zu fördern. Auch bei uns wird das für absehbare Zeit eine der bedeutendsten Aufgaben bleiben, so daß es schon aus diesem Grunde anziehend sein muß, die Stellungnahme eines Ausländers kennen zu lernen, besonders aber die eines Russen. Wir tun hier einen Einblick in die außerordentlichen Anstrengungen, die Rußland schon seit langer Zeit macht, um seine Landwirtschaft zumal die bäuerliche weiter zu bringen. Wenn auch die Verhältnisse bei uns wesentlich anders liegen, so können wir doch aus den angewandten Methoden mancherlei lernen.

Zuerst werden Begriff, Aufgaben und Methoden der S. besprochen, wobei darauf hingewiesen werden kann, daß die Gelegenheiten und Möglichkeiten der Beeinflussung der Landwirte bei uns erheblich zahlreicher sind als in Rußland. Weitere Abschnitte behandeln Arbeitsplan und Organisation. Dann werden Einrichtungen und Verfahren der Propaganda geschildert, Propaganda durch das Wort in Form von Massen- und von Einzelberatung, Propaganda durch Vorführung, Ausstellungen, Versuche, Ausflüge usw. Die hier gebrachten pädagogischen Darstellungen halte ich für wertvoll, zumal leider bei uns bisher wenig Rücksicht darauf genommen ist. Der Sozialagronom und seine Hilfsmittel und -Betriebe, die Bedeutung der genossenschaftlichen Arbeit und die Kontrolle der Erfolge beschließen die Schrift.

Wenn wir auch z. B. im Schulwesen gewaltige Überlegenheit besitzen, so haben wir doch in der landwirtschaftlichen Pädagogik, in der Wirtschaftsberatung noch sehr viel Arbeit vor uns. Von ihr wird es in der Hauptsache abhängen, ob es gelingen kann und wird unsere Landwirtschaft so leistungsfähig zu machen, wie sie zur Aufrichtung und Erhaltung Deutschlands sein muß. Ohne Zweifel leiden wir heute an einer gewissen Vielheit und Verwirrtheit der Formen und Organisationen. Durch das Nebeneinander und oft Gegeneinander kommen manche Kräfte nicht genügend zur Auswirkung. Auch die Intensität der Arbeit wird noch sehr zunehmen müssen. Bücher wie das vorliegende können uns dabei helfen.

Seedorf.

Fütterungslehre der landwirtschaftlichen Nutztiere. Von Dr. med. vet. et phil. Martin Klimmer, Obermedizinalrat, ord. Professor der Gesundheitspflege, Fütterungslehre und allgemeiner Seuchenlehre, Direktor des Veterinärhygienischen Instituts der Universität Leipzig. Vierte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 164 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. X und 279 S. Gebunden, Preis Gm. 13,—.

Die im Jahre 1921 erschienene 3. Auflage des ausgezeichneten Buches war schon 1923 vergriffen, ein Zeichen der großen Wertschätzung deren es sich erfreute. Somit wird das Erscheinen der vorliegenden 4. Auflage freudig begrüßt werden. Diese ist in fast allen Teilen ergänzt und erweitert worden. Die Abschnitte Vitamine, die Süß- und Sauerfutterbereitung und das Aufschließen des Strohs sind neu bearbeitet.

Das Werk behandelt in 2 Hauptabschnitten die Futtermittelkunde und die Fütterungslehre. Der erste Abschnitt gliedert sich: 1. in die Beschreibung der chemischen Bestandteile und der Konservierung und Zubereitung der Futtermittel; 2. in die Beschreibung der wichtigsten Futtermittel und 3. in die Untersuchung der Futtermittel. Die Fütterungslehre ist eingeteilt in allgemeine und spezielle Fütterungslehre. In dieser ist außer der Fütterung der gewöhnlich unter landwirtschaftlichen Nutztieren allein verstandenen Tierklassen auch die Fütterung der Hunde, des Geflügels und der Fische behandelt. 2 Tabellen über die Zusammensetzung der Futtermittel und ihrer Salze und ein Sachregister beschließen das sehr gut ausgestattete Buch, das ins russische und englische übersetzt ist.

v. Seelhorst.

Einführung in die landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung von Dr. C. Fruwirth, o. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Wien, und Dr. Th. Roemer, o. ö. Professor an der Universität Halle a. S. Zweite, durchgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 29 Textabbildungen und 4 Tafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1923. IV und 189 S. Preis gebunden Gm. 4,—.

Der ersten Auflage des angekündigten Buches ist sehr schnell die zweite gefolgt, ein deutliches Zeichen dafür, daß die Verfasser mit ihrer Arbeit einem Bedürfnis entsprochen haben und daß ihre Arbeit Anklang gefunden hat.

In 27 Vorlesungen werden von ihnen die Grundzüge der Vererbung und Pflanzenzüchtung behandelt und zwar hat, wie das Vorwort sagt, Prof. Römer die auf Bastardierung bezüglichen Vorlesungen und die Vorlesung über die Durchführung der vergleichenden Prüfung und die rechnerische Verarbeitung der Ergebnisse derselben und Prof. Fruwirth die übrigen geschrieben. Die ersten 12 Vorlesungen des Buches handeln über die Vererbungsgrundlagen, die 13.—22. über die Züchtung im allgemeinen, die 24.—27. handeln über Kartoffel-, Weizen-, Roggen- und Rübenzüchtung.

Das Buch ist keine leichte Lektüre, es fordert von dem Leser ernste Arbeit, belohnt diese aber auch durch eine sichere Einführung in das Ganze der Pflanzenzüchtung. Es verdient deshalb die Berücksichtigung aller Kreise, die sich theoretisch oder praktisch mit der Pflanzenzüchtung befassen.

v. Seelhorst.

Bodenkalkung und Kartoffelschorf von Johannes Körbing, Laboratorium für Bodenkunde und Pflanzenernährung, Hamburg-Großborstel. Hamburg, W. Grate, 1924. 17 S. Preis Gm. 0,50.

Die kleine Schrift wird vielen Landwirten ein willkommener Wegweiser für die Beurteilung der Zusammenhänge von Bodenkalkung und Kartoffelschorf sein. v. Seelhorst.

Die Bedeutung der zeitgemäßen Silofutterbereitung im landwirtschaftlichen Betriebe von Reg.-Rat Prof. Dr. W. Kinzel und Landwirtschaftsassesor L. F. Küchler, Ref.

Die kleine Schrift ist als Flugblatt 43 von der bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München herausgegeben und von dort für 20 Pf. zu beziehen. Sie zeigt klar den Wert der Silage, die richtig und der Art des Futters angepaßt durchgeführt ist. Sie schließt mit dem Rat von Georg Fry, dem Referent sich anschließt. Beginnt mit der Erzeugung von Ensilage in beschränktem Maße, lernt sie so gut bereiten wie ihr Heu bereiten könnt und dann dehnt das System den Verhältnissen Eurer Wirtschaft entsprechend aus. v. Seelhorst.

1. **Untersuchungen betreffend die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft im Erntejahre 1922/23.** (1. März 1922 bis 28. Februar 1923.) I. Teil. Bericht des schweizerischen Bauernsekretariats an das eidgen. Volkswirtschafts-Departement. Sonderabdruck aus dem landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz 1924. Bern, Verbandsdruckerei.
2. **Mitteilungen des schweizerischen Bauernsekretariats Nr. 74.** Erhebungen über Stand und Rentabilität des Rebbaus in der Schweiz.
3. **u. Nr. 75.** Sechsundzwanzigster Jahresbericht des leitenden Ausschusses des schweizerischen Bauernverbandes und des schweizerischen Bauernsekretariats 1923.

2. und 3. Brugg 1924. Verlag des schweizerischen Bauernsekretariates.

Der unter 1. angeführte Bericht zeigt, daß das Berichtsjahr für die schweizerische Landwirtschaft sehr ungünstig gewesen ist und gibt die Gründe dafür an. Die unter 2 angezeigten Mitteilungen besagen, daß nach langen Notjahren die Winzer durch die großen Ernten der Jahre 1918—20 voll entschädigt sind für die vorangegangenen schlechten Jahre und daß die Erträge der Jahre 1921 u. 22 befriedigt haben. Von besonderem Interesse ist der 26. Jahresbericht, welcher die Tätigkeit des schweizerischen Bauernverbandes und des schweizerischen Bauernsekretariats behandelt.

Aus der unter 3 genannten Veröffentlichung geht wieder die unermüdliche aber auch erfolgreiche Tätigkeit des schweizerischen Bauernsekretariats hervor. Am meisten zeigt die enorme Arbeitsleistung der Bericht über die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft. Die in diesem enthaltene Rechenarbeit ist enorm. Ihre Resultate sind unanfechtbar. Höchst interessant und für uns wichtig sind die Gegenüberstellungen der Ergebnisse von 5 verschiedenen Betriebsgrößenklassen sowohl was die Einkommensverhältnisse sowie die Marktleistungen dieser Betriebe betrifft. Auf Details einzugehen, ist bei der Fülle des Stoffs nicht möglich. Ich muß mich damit begnügen auf die Hefte emp-

fehlend zu verweisen. Nur eins möchte ich kurz hervorheben, nämlich die Energie, mit der sich das Bauernsekretariat an mehreren Stellen gegen den 8stündigen Arbeitstag nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch in der Industrie wendet. v. Seelhorst.

Pferdehochzuchten. Herausgegeben von W. Gatermann. Mit 124 Textabbildungen und 2 Farbendrucktafeln. Berlin, Paul Parey, 1924. VIII u. 103 Seiten Preis kartoniert Gm. 4,80.

Die Pferdehochzuchten bilden den 2. Band der vom Staatssekretär Dr. E. Ramm unter Mitwirkung von Dr. Butz und W. Gatermann herausgegebenen deutschen Hochzuchten. Der Band enthält eine Zusammenstellung der deutschen Pferdehochzuchten. Von jeder dieser sind ausführliche Nachrichten wie Zuchtgebiet, Zuchtrichtung, Haltungs- und Aufzuchtweise, Kaufgelegenheit, Kaufpreise, Auktionen und Märkte, Organisation und Einrichtung der Züchtervereinigungen sowie die Mittel zur Förderung der Zucht, Ohrmarken und Brandzeichen, Farbe, Leistung u. a. m. gegeben. Der Text ist durch Original-Photographien unterstützt. So wird diese Zusammenstellung jedem, der sich für Pferdezucht wie überhaupt für Pferde interessiert, sehr nützlich sein. v. Seelhorst.

Die Ernährung des Menschen. Nahrungsbedarf, Erfordernisse der Nahrung, Nahrungsmittel, Kostberechnung von Prof. Dr. Otto Kestner, Direktor des physiologischen Instituts an der Universität Hamburg und Dr. H. W. Knipping, Assistent daselbst in Gemeinschaft mit dem Reichsgesundheitsamt Berlin. Mit zahlreichen Nahrungsmitteltabellen und 6 Abbildungen. Berlin, Julius Springer, 1924. IV u. 136 S.

Die Verfasser behandeln, wie der Titel sagt, das Ganze der Ernährung des Menschen. In dem ersten Teil werden die physiologischen Grundlagen der Ernährung, in dem zweiten die einzelnen Nahrungsmittel nach ihrer Zusammensetzung und ihrem Ernährungswert besprochen.

Jeder der in Fragen der Ernährung zu raten und taten hat, wird aus dem knapp und klar geschriebenen kleinen Buch Anregung und Belehrung schöpfen können. v. Seelhorst.

Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Von Prof. Dr. Felix Wahnschaffe. Vierte Auflage, neubearbeitet und herausgegeben von Dr. Friedrich Schucht, ord. Professor a. d. Landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin. Mit 71 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1924. Preis gebunden Gm. 6,50.

In wesentlich veränderter Neubearbeitung liegt die allbekannte und geschätzte Anleitung Wahnschaffes zur Bodenuntersuchung in der vierten Auflage vor. Wie mit dem Fortschritt der Bodenkunde die Untersuchungsmethoden und der Kreis der Aufgaben gewachsen sind, so hat auch die „Anleitung“ in der Fülle der Wiedergabe der Arbeitsmethoden zugenommen, allerdings unter weiser kritischer Auswahl des Vorhandenen. Auch ist der Neuauflage eine Übersicht der einschlägigen Literatur beigegeben, die die Möglichkeit eines schnellen und leichten Eindringens sowie einer weiteren Vertiefung bietet.

Für den auf dem Gebiete der Bodenkunde tätigen Forscher und Studierenden ist die Wahnschaffe-Schuchtsche Anleitung ein unentbehrliches Hilfsmittel und ein ständiger Ratgeber bei der Auswahl der Untersuchungsmethoden. Blanck.

Die Krisis in der Landwirtschaft und Mittel zu ihrer Behebung. Mit Beiträgen von Rittergutsbesitzer Dr. Remer-Strowiep, Graf von der Schulenburg-Grünthal, Dr. Sagawe-Berlin, Direktor Dr. v. Altrock-Berlin und Landes-Ökonomierat Johannssen-Hannover. Berlin, Verlag von Paul Parey, SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11. Preis Gm. 3,—.

Das Heft enthält die Berichte über die Verhandlungen der Hauptlandwirtschaftskammer 1924, soweit sie sich mit der gegenwärtigen Agrarkrisis befassen. Besonders hervorzuheben sind die Vorträge und Aussprachen über die Preisbildung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse die Notwendigkeit des weiteren Abbaues der Eisenbahngüter- und Tiertarife, über die Landwirtschaft und Steuergesetzgebung, sowie vor allem über die heute so wichtige Kreditbefriedigung der Landwirtschaft. Die wichtigen Ausführungen dürften für weitere Kreise von Interesse sein.

Die Tabellen zum Bestimmen der wichtigsten Holzgewächse des deutschen Waldes und einiger ausländischen angebauten Gehölze vom Geheimen Regierungs- und Forstrat Herrmann in Breslau sind soeben in zweiter vermehrter und verbesserter Auflage im Verlag Neumann-Neudamm erschienen.

Während die I. Auflage, die übrigens vergriffen war, in großem etwas unhandlichen Format erschienen und in Pappe gebunden war, ist das Buch jetzt im Quartformat in grünem Leinen fest gebunden, enthält 75 Seiten Text (einschließlich Namenverzeichnis) und hat als wertvolle Ergänzung auf 6 Lichtdrucktafeln 88 Abbildungen erhalten. Preis Gm. 4,—. Der beschreibende Text ist vielfach erweitert und verbessert und seine Einteilung durch Verwendung von Zahlen und Buchstaben übersichtlicher gestaltet. Die Bildtafeln enthalten vorzügliche Abbildungen (meist Originale des Verfassers und seiner Tochter) von Knospen, Blattformen, Samen und Früchten und endlich von miskroskopischen Quer- und Längsschnitten von Hölzern und Holzzellen in feinster und deutlichster Ausführung. Die Tafeln sind herausklappbar, wodurch ihre Benutzung in Verbindung mit der Einleitung des Buches sehr erleichtert wird. Die Einleitung enthält eine ausführliche Belehrung über die allgemeinen Kennzeichen der in den Abbildungen dargestellten Pflanzenteile. Dem jungen Forstmann, dem Waldbesitzer, dem Botaniker, Gärtner und jeden Dendrologen und Naturfreund kann das Büchlein sehr empfohlen werden, und auch erfahrenere Fachleute werden es gern benutzen, zumal weil man in der sehr übersichtlich gehaltenen Beschreibung die näheren Kennzeichen und Unterscheidungsmerkmale jedes Baumes und Strauches leicht nachsehen kann, um sie sich aufs neue einzuprägen: auch sind die Namen einheimischer Bäume, Ausländer und Sträucher durch verschiedenen Druck gekennzeichnet. Unterzeichneter hat die Herrmannschen Tabellen zur Einführung von Studierenden in die Materie seit einigen Jahren an der Göttinger Universität mit Vorteil verwendet. Der Verlag hat das Büchlein vorzüglich ausgestattet. Nachtigall.

Druckfehlerberichtigung.

Zweiundsiebzigster Band, Heft II, Seite 107, Zeile 10 von unten, lies: kolorimetrischen statt kalorimetrischen.

Aus dem Agrikulturchemischen und Bodenkundlichen Institut der Universität Göttingen.

Über die Art der Umwandlung des Ätzkalkes im Boden und ihre Ursachen.

Von

Dr. F. SCHEFFER.

Wenn man im allgemeinen den Kalk auch nicht zu den Pflanzennährstoffen zählt, so bildet er doch in sehr vielen Fällen den Faktor, durch den erst eine erhöhte Ausnutzung aller Nährstoffe und damit erst eine Ertragssteigerung der Ernte möglich ist. Vor allem beruht seine Wirkung auf der physikalischen und chemischen Bodenverbesserung, wie z. B. Erhöhung der Durchlässigkeit, Krümelstruktur und Bindung der schädlichen Säuren. In dieser Richtung wirkt von unseren sämtlichen Kalkdüngern der Ätzkalk am günstigsten, und es gilt dies besonders für schwere Böden. Diese schnelle Wirkung beruht in der Hauptsache auf seiner großen chemischen Reaktionsfähigkeit. Die bekanntesten Arbeiten auf diesem Gebiete sind die von E. Blanck[1]), O. Engels[2]), G. Hager[3]) und W. Thaer[4]). In all diesen Arbeiten wird die überragende Wirkung des Ca O gegenüber den anderen Kalkdüngern hervorgehoben. Anders verhält es sich mit der Frage: was geschieht mit dem Ätzkalk im Boden? Welche chemischen Verbindungen geht er im Boden ein und geht er sie schnell oder erst nach und nach ein? Viele Forscher, auch Ehrenberg in seinen Bodenkolloiden, vertraten und vertreten auch heute noch den Standpunkt, daß der dem Boden einverleibte Ätz-

[1]) E. Blanck, Landw. Jahrb. 38, 1909, S. 715.

[2]) Engels, Land. Versuchs-Station 83, 1914, S. 409.

[3]) Hager, Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. Bd. II, S. 292.

[4]) W. Thaer, Der Einfluß von Kalk und Humus usw. Gekrönte Preisschrift. Göttingen 1910.

kalk in verhältnismäßig kurzer Zeit in das Karbonat überführt wird, und zwar quantitativ. Doch finden sich in der Literatur verschiedene Untersuchungen, die zu einem vollkommen anderen Ergebnis geführt haben. Als älteste Arbeit ist hier die von E. HEIDEN[1]) zu nennen. Wenn seine Beweisführung auch nicht stichhaltig ist, so wollen wir doch kurz das Ergebnis derselben hier anführen: Er fand bei größeren Parzellenversuchen, daß der gegebene Ätzkalk zum größeren Teile, selbst noch nach sechs Monaten, in anderer Form als Kalkkarbonat im Boden vorhanden ist. Nur dürfte er im Irrtum sein, wenn er behauptet, daß der nicht als Karbonat gebundene Teil des CaO nach dieser Zeit noch als Ätzkalk im Boden anzutreffen sei. Als nächste Arbeit, die sich bestimmter mit dieser Frage beschäftigte und deren Ergebnisse auf genauesten Bestimmungen der Kohlensäure in Reihenversuchen beruhen, ist diejenige von E. BLANCK[2]) zu nennen. Dieser verwendete bei seinen Versuchen einen lehmigen Sandboden, und als CaO-Gabe wurde auf 1 kg Boden 20 g CaO gegeben. Bei diesen Versuchen wurden CO_2-Bestimmungen ausgeführt, und die gefundenen Werte nach Abzug der vorhandenen CO_2-Menge zu Anfang des Versuches in umgewandeltes CaO umgerechnet. Es sei hier kurz darauf hingewiesen, daß diese Berechnung nicht immer die absolut richtigen Umsetzungswerte liefert. Denn bildet sich z. B. ein Bikarbonat, so wird man schon die doppelte CO_2-Menge finden und damit auf die doppelte umgewandelte CaO-Menge schließen müssen. Leider ist aber dieses Verfahren die einzige sichere Methode, um die Umsetzung des CaO im Boden verfolgen zu können. Die von E. BLANCK auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse zeigt folgende Tabelle:

	In Proz. der theoretisch höchstmöglichen Aufnahme von 1,571 g CO_2
zu Anfang	3.50
nach 10 Tagen	24,82
„ 18 „	28.64
„ 28 „	37,30
„ 52 „	53,47
„ 84 „	70,53

[1]) E. HEIDEN, Denkschrift z. Feier des 25jährigen Bestehens der Landw. Versuchs-Station Pommeritz, 1885.

[2]) a. a. O. S. 715.

Aus diesen Zahlen ist zu folgern, daß der Ätzkalk sich sehr langsam in das Karbonat verwandelt. Denn nach 84 Tagen sind nur 70,53% zu Karbonat geworden. Einen anderen Schluß, daß der Ätzkalk wohl keine weitere Umwandlung in dieser Richtung erfahren haben würde, darf man nicht ziehen, da ja einzuwenden wäre, die Versuche wären zu früh abgebrochen. Solche Versuche mit längerer Dauer und gleichzeitig mit mehreren Böden sind von G. Hager[1]) ausgeführt worden. Die von ihm benutzten Böden, die nur von den gröberen Steinchen größer als 5 mm befreit waren, waren alle kalkarm; auch reagierten ihre Wasserlösungen gegen Lackmuspapier sauer. „Der auf diese Weise nicht unnötig fein zerriebene Boden war außerordentlich durchlässig für Wasser wie auch für Luft; es ist dies für die Entwicklung von Bakterien als die Erzeuger von Kohlensäure durchaus notwendig." An Feuchtigkeit gab Hager zu Anfang seiner Versuche 40% der Wasserkapazität. Das verdunstete Wasser wurde erst dann ersetzt, wenn die Oberfläche abgetrocknet war, um in der Zwischenzeit eine stärkere Durchlüftung zu ermöglichen. Wahrscheinlich wurde aus dem Grunde so verfahren, um P. Ehrenbergs Einwand, daß bei den Versuchen E. Blancks durch zu hohe Wassergaben die Durchlüftung schlechter und die Umwandlung dadurch verzögert würde, gerecht zu werden. Nach jedem Abtrocknen wurde 2—3 cm tief „gepflügt", also teilweise umgebrochen. Hierdurch wird, wie E. Blanck gezeigt hat, eine schnellere Umsetzung des Ätzkalkes in das Karbonat herbeigeführt. Die Temperatur, bei der Hager seine Versuche ausführte, schwankte zwischen 18 und 25° C. Nach Beendigung der Versuche wurden die Gefäße entleert, der Inhalt an der Luft ausgebreitet und getrocknet und dann durch ein Zweimillimetersieb geschlagen. Meines Erachtens ist diese Arbeitsmethode nicht ganz einwandfrei, da durch ein solches Trocknen und Sieben die Bodenteilchen mit der Kohlensäure der Luft in nähere Berührung gebracht werden und eine stärkere Karbonatbildung erfolgen muß. In diesen Bodenproben wurde dann unter Berücksichtigung der Steinchen über 2 mm der CO_2-Gehalt bestimmt. Sechs Versuchsreihen waren angesetzt, die erste Reihe erhielt keinen Kalk, die zweite 0,1% CaO, die dritte 0,2, die vierte 0,4% CaO, während die 5. und 6. Reihe

[1]) G. Hager, Journ. f. Landw. 1917, S. 245.

mit 0,4% bezw. 0,2% CaO in Form von $CaCO_3$ gedüngt wurden. Jede Reihe bestand aus acht Gefäßen, die zu je 2 nach einem Monat, nach drei Monaten, nach sechs Monaten und nach neun Monaten untersucht wurden. Außerdem wurde noch ein Versuch angesetzt mit 0,5% CaO und 1% CaO, der nur einmal, und zwar nach 3 Monaten, untersucht wurde. Die hierbei gefundenen Werte bringt uns folgende Tabelle zur Wiedergabe:

		0,1% CaO %	0,2% CaO %	0,4% CaO %	0,4% CaO als kohlens. Kalk	0,2% CaO als kohlens. Kalk
nach 1 Monat	Kalk an CO_2 gebunden . .	18,70	24,75	51,13	68,75	60,50
	Kalk in anderer Form gebunden	81,30	75,25	48,87	31,25	39,50
nach 3 Monate	Kalk an CO_2 gebunden . .	11,50	22,75	46,63	75,13	54,25
	Kalk in anderer Form gebunden	88,50	77,25	53,37	24,87	45,75
nach 6 Monate	Kalk an CO_2 gebunden . .	4,45	35,25	48,89	65,63	44,25
	Kalk in anderer Form gebunden	95,55	64,75	51,11	34,37	55,75
nach 9 Monate	Kalk an CO_2 gebunden . .	12,05	28,25	48,74	65.74	41,75
	Kalk in anderer Form gebunden	87,95	71,75	51,26	34,26	58,25

„In ihrer Gesamtheit zeigen die Ergebnisse, daß eine so gut wie vollständige Umwandlung des Ätzkalkes im Boden in $CaCO_3$ durchaus nicht stattfindet, sondern daß ein großer Teil, ja bei normalen Düngermengen der größte Teil des Kalkes in anderer Form im Boden gebunden wird." Bei einer Kalkdüngung von 0,1% ist nur 10% CaO durch Kohlensäure gebunden worden. Die andern 90% müssen durch Bodenbestandteile absorbiert sein. „Es kommen hierfür natürlich überhaupt nur die Feinerdebestandteile in Frage." Durch die nach drei Monaten abgebrochene Versuchsreihe mit CaO-Gaben von 0,1, 0,2, 0,4, 0,5 und 1% findet HAGER die dahingehende Gesetzmäßigkeit, daß mit steigenden Gaben der an CO_2 gebundene Anteil ständig zunimmt:

	0,1% CaO	0,2% CaO	0,4% CaO	0,5% CaO	1,0% CaO
Kalk an CO_2 gebunden .	9,14	21,5	24,0	45,25	48,0
in Proz. des Gesamtkalkes	11,5	22,75	46.63	59,55	73,01

Er gibt hierzu folgende Erklärung: „Wird Ätzkalk in den Boden gebracht, werden die vorhandenen Kohlesäuremengen sowie

die adsorptionsfähigen Bodenbestandteile ihn zu binden streben. Die zur Bindung des Kalkes notwendige CO_2 ist nun nicht in sehr erheblicher Menge gegenüber den großen Massen adsorbierender Bodenbestandteile vorhanden; infolgedessen die letzteren den Kalk an sich reißen und zwar so fest, daß eine spätere Einwirkung von Kohlensäure ihn nicht mehr in das Karbonat umzuwandeln imstande ist."

„Sind die dem Boden einverleibten Kalkmengen jedoch verhältnismäßig groß, vermag der Boden diese Base nicht vollständig bzw. nur so schwach zu binden, daß die infolge Bakterientätigkeit sich ja andauernd bildende Kohlensäure den nur locker gebundenen Kalkanteil in das Karbonat verwandelt. Es wird sich also im Boden ein Gleichgewichtszustand einstellen, durch den die Bildungsfähigkeit der Kohlensäure den Adsorptionskräften der Bodenbestandteile die Wage hält. Da für Adsorptionsvorgänge der Satz gilt, daß die zuletzt adsorbierten Bestandteile am lockersten gebunden sind, wird die einwirkende Kohlensäure den Kalk in um so größeren Mengen an sich reißen, je größer die Kalkgabe war." Danach müßte bei steigenden Kalkmengen auch die absolute Menge des von den Bodenbestandteilen adsorbierten Ätzkalks steigen. Diese absolute Menge gebundenen Ätzkalks beträgt bei dem angegebenen Versuch: bei

0,1 % CaO	0,2 %	0,4 %	0,5 %	1,0 %
88,5 mg	154,5	213,5	202,25	269,9

Trotz der erhöhten CaO-Menge ist also in einem Falle (0,5 %) keine vermehrte Adsorption eingetreten, ja im Gegenteil eine kleine Abnahme ist hier sogar zu verzeichnen. Ähnliches läßt sich an einem anderen Versuche Hagers gleichfalls feststellen, so wurden z. B. in einem Sickerversuche die Bodenproben nach Beendigung des Versuches auf CO_2 untersucht, und es erwiesen sich als von Bodenbestandteilen adsorbiert:

bei einer Düngung von	0,33 % CaO	0,66 % CaO	1,0 % CaO
	270 mg	449,1 mg	420.6 mg

Dasselbe zeigen uns Versuche von W. Lohmann[1]), aus einer Arbeit, auf die noch weiter unten eingegangen werden soll. Lehmboden wurde einmal mit 0,5 % CaO gedüngt, das andere

[1]) W. Lohmann, Diss. Göttingen 1923.

Mal mit 1,0 %. Nach 18 Tagen waren in beiden Fällen bei einer Kalkgabe 0,5 % und 1,0 % 108 mg bezw. 128 mg CaO nicht in Karbonat umgewandelt gefunden. Berücksichtigt man bei allen Versuchen die wahrscheinlichen Schwankungen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Böden zunächst so viel adsorbieren, bis sie gesättigt sind. Wird dann noch mehr Ätzkalk zugegeben, so wird aller übrige Ätzkalk in Karbonat überführt werden. Ein in dieser Richtung laufender Versuch soll unten besprochen werden.

Ferner fand HAGER, daß der ungesättigte Versuchsboden kohlensauren Kalk adsorbierte, CO_2 mußte dadurch frei geworden sein. Doch verläuft diese Adsorption sehr langsam. Nach 9 Monaten waren 58,25 % $CaCO_3$ zersetzt. Wenn aber $CaCO_3$ adsorbiert werden soll, so kann das nur aus Lösungen heraus geschehen. Daher muß $CaCO_3$ in eine lösliche Form verwandelt werden, und zwar in $Ca(HCO_3)_2$. Solche gelösten Salze, die aus starken Basen und schwachen Säuren zusammengesetzt sind, können durch Absorption leicht gespalten werden. So z. B. hat H. KAPPEN[1]) mit Kalkstickstoff Absorptionsversuche ausgeführt und gefunden, daß die Absorptionskraft des Bodens eine Zersetzung des sich gebildeten einbasischen Kalziumcyanamids $Ca(CNNH)_2$ in absorptionsfähigen Kalk und wenig absorptionsfähiges Cyanamid bewirkt. Allerdings schreibt KAPPEN die Zersetzung dieses Kalksalzes zum großen Teile der Einwirkung der Kohlensäure zu.

Im anderen Teile seiner Arbeit behandelt HAGER die Frage: In welcher Form ist der nicht zu Karbonat umgewandelte Ätzkalk im Boden vorhanden? Er kommt zu folgendem Ergebnis: Freies Kalziumhydrat ist selbst bei stärkerer Kalkdüngung schon in kürzerer Zeit nicht mehr vorhanden. Nur ein Teil des Ätzkalks wird zu Karbonat, während der größte Teil von den Feinerdebestandteilen adsorbiert wird. Zu solchen Adsorptionssubstanzen rechnet HAGER die wasserhaltigen Doppelsilikate wie Silikataluminate, Tonerde, Doppelsilikate, zeolithische Verbindungen, wie auch Kieselsäuregel, Eisen- und Aluminiumhydrat. Da er mit sauren Böden arbeitete, und teilweise mit solchen Böden, die freie Humussäure enthielten, muß selbstverständlich angenommen werden, daß sich auch Verbindungen des Kalziums mit den

[1]) Landw. Versuchs-Stationen, Bd. 68, 1908, S. 307.

Bodensäuren, so z. B. Kalziumhumat, bildeten. So hat diese Arbeit manche Klärung hinsichtlich der Kalkumsetzung im Boden gebracht. Es war nur noch die Frage zu beantworten, wird der Ätzkalk in neutral reagierenden Böden in das Karbonat quantitativ umgewandelt, und welches sind hier die adsorbierenden Bodenbestandteile, die eine quantitative Umsetzung des CaO nicht zulassen?

Doch bevor ich mich zu den eigenen Versuchen wende, möchte ich kurz auf eine neuere Arbeit von W. Lohmann [1]) „Über die Umwandlung des Ätzkalks in kohlensauren Kalk" eingehen. Als Versuchsboden benutzte der Verfasser zwei vollkommen neutral reagierende Böden, einmal einen leichten Lehmboden mit 14,37 % feinsten Teilchen und einen Sandboden mit 1,1 % feinsten Teilchen nach Atterberg. Leider hat sich bei Berechnung des umfangreichen Zahlenmaterials ein Rechenfehler, der nicht ohne Einfluß auf das Endergebnis geblieben ist, eingeschlichen. Lohmann hat bei all seinen Bestimmungen den Anfangsgehalt an Kohlensäure nicht berücksichtigt, den er stets in Abzug hätte bringen müssen. Korrigiert man auf diese Weise, wie es im folgenden geschehen ist, die gefundenen Werte, so ergibt sich ein etwas anderes Bild, und der Schluß der quantitativen CaO-Umsetzung in Karbonat verliert seine allgemeine Gültigkeit. Immerhin wäre allerdings noch einzuwenden, daß die Versuche zu früh abgebrochen worden sind. Die bei diesen Versuchen benutzten Böden enthielten im Durchschnitt 0,094 % CO_2 (für Lehmböden) und 0,083 % (für Sandböden). Diese Werte sind von den gefundenen zu subtrahieren. Ich will mich hier darauf beschränken, die Tabellen der so umgerechneten Werte der theoretisch höchstmöglichen CO_2-Aufnahme in Prozenten wiederzugeben.

Der Versuch I sollte zeigen, daß die Umsetzung von der Feuchtigkeit abhängig ist. Drei Bodenproben wurden mit derselben Menge CaO versetzt. Nur die Feuchtigkeit war in allen drei Proben eine andere, und zwar betrug sie bei I 5 %, bei II 10 %, III 15 % H_2O.

---

[1]) Diss. Göttingen 1923, vgl. auch E. Blanck und W. Lohmann, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Bd. III, S. 91.

Folgende Werte wurden gefunden:

		aufgenommene CO_2	in % der theoretisch höchstmögl. CO_2-Menge
Nach 2 Tagen	I	5% H_2O 0.0176 g	1,12%
	II	10% H_2O 0,0530 „	3,38%
	III	15% H_2O 0,0745 „	4,75%

Versuch II und III sind Reihenversuche und sollten dasselbe wie Versuch I zeigen. Bei II betrug die Feuchtigkeit 4,8%, bei III 12,8% im Durchschnitt.

In Prozent der höchstmöglichen CO_2-Aufnahme:

	II	III
	%	%
Nach 2 Tagen	5,4	18,6
„ 4 „	12,3	32,5
„ 6 „	18,2	41.8
„ 10 „	35,3	67,6
„ 14 „	63,3	77,9
„ 18 „	74,5	—

Die Umwandlung in II geht bedeutend langsamer vor sich als in III; doch fehlen, um quantitativ zu verlaufen, in II nach 18 Tagen noch 25,5%, in III nach 14 Tagen noch 22,1%.

Versuch IV und V unterscheiden sich von den vorhergehenden nur dadurch, daß die Bodenproben nach größeren Zwischenräumen untersucht wurden.

	IV	V
	%	%
Nach 9 Tagen	15,3	48,5
„ 18 „	28,1	77,2
„ 27 „	31,4	—
„ 36 „	41,0	—
„ 45 „	53,1	—
„ 54 „	64,2	—
„ 63 „	70,5	—
„ 72 „	75,5	—

Bei den bisherigen Versuchen war der Boden stets umgebrochen worden. In den Versuchen VI und VII wurde dieses dadurch vermieden, daß für jeden Versuch 6mal 3 Töpfe angesetzt wurden und jedesmal 3 Gefäße nur einmal auf Kohlensäure untersucht wurden. Die Feuchtigkeit bei VI betrug 3,5%, bei VII 12,6%.

	VI	VII
	%	%
Nach 4 Tagen	0,0	18,6
„ 16 „	9,4	56,3
„ 27 „	17,0	80,3
„ 40 „	25,6	—
„ 52 „	30,7	—
„ 64 „	34,6	—

Diese Versuche I bis VII waren mit Lehmboden ausgeführt worden. Ziemlich unter denselben Bedingungen wurden anschließend Versuche mit Sandboden ausgeführt.

	VIII (analog II u. III)	IX
	%	%
Nach 2 Tagen	26,3	23,9
„ 4 „	35,6	35,8
„ 6 „	40,4	42,0
„ 10 „	68,8	70,3
„ 14 „	80,4	69,9

	X (analog II u. III)	XI
	%	%
Nach 9 Tagen	22,6	36,5
„ 18 „	49,5	81,1
„ 27 „	80,8	—

Zu den Versuchen II und XI wurde eine CaO-Gabe von 0,5 % gegeben. In den Versuchen XII und XIII wurde sie verdoppelt. Die Feuchtigkeit betrug im Durchschnitt bei XII 7,1 %, bei XIII 7,2 %. In beiden Fällen wurde Lehmboden verwendet.

	XII	II	III
	%	%	%
Nach 2 Tagen	8,2	5,4	18,6
„ 4 „	17,8	12,3	32,5
„ 6 „	26,0	18,3	41,8
„ 10 „	61,0	35,3	67,6
„ 14 „	68,6	63,3	77,9
„ 18 „	87,4	74,5	—

Berechnet man die absolute Menge des nicht in $CaCO_3$ umgewandelten Teiles, so erhält man für die drei Fälle die Werte: XII 126 mg, II 127,5 mg und bei III 110,5 mg. Die Mengen, die nicht umgesetzt sind, sind also ziemlich gleich. Beim Versuch III wurde nicht umgebrochen, wie es bei XII geschehen war.

	XIII	VI	VII
	%	%	%
Nach 4 Tagen	8,7	0,0	18,6
„ 16 „	14,3	8,4	56,3
„ 28 „	31,3	17,0	80,3
„ 40 „	57,3	25,6	—
„ 52 „	80,7	30,7	—
„ 64 „	88,0	34,6	—

Versuch XIV sollte den Einwand P. EHRENBERGS widerlegen, daß das bei den Versuchen E. BLANCKS benutzte Kupferdrahtnetz oligodynamisch gewirkt hätte.

	XIV mit Cu	III ohne Cu
Der Versuch wurde mit Lehmboden ausgeführt.		
Nach 2 Tagen	17,5	18,6
„ 4 „	29,2	32,5
„ 6 „	44,7	41,8
„ 10 „	69,0	67,6
„ 14 „	78,4	77,9

Übersieht man die auf diese Weise richtig gestellten Werte, so erkennt man, daß eine quantitative Umsetzung des CaO im Boden nirgends stattgefunden hat. Wie aber schon angedeutet wurde, sind die Versuche nicht genügend lange Zeit hindurch verfolgt worden, so daß vielleicht dennoch eine weitere Zunahme an CO_2 hätte erfolgen können. Denn in sehr vielen Fällen gehen LOHMANNS Prozentzahlen über 100 hinaus, was doch darauf hindeutet, daß noch ein weiterer Umsatz stattgefunden haben dürfte. Allerdings scheint z. B. die Karbonatbildung in Versuch IX im Sandboden schon nach 10 Tagen zum Stillstand gekommen zu sein.

Wenn nach LOHMANNS Versuchen somit auch nicht zu behaupten ist, daß die Umwandlung bei längerer Versuchsdauer nicht doch noch hätte quantitativ erfolgen können, so kann doch später gezeigt werden, daß der Ätzkalk selbst im reinen und neutralen Sandboden nicht quantitativ umgewandelt wird.

Für die eigenen Versuche über die Umsetzung des CaO in $CaCO_3$ wurden ein sehr schwerer Tonboden und ein Lehmboden verwendet. Beide Böden waren ziemlich kalkarm; charakterisiert werden sie am besten durch folgende Analysen:

1. Die mechanische Analyse. Sie wurde nach ATTERBERG mit 25 g lufttrocknem Boden ausgeführt. Wie aus der folgenden

Tabelle zu ersehen ist, haben wir es im ersteren Falle mit einem sehr schweren Tonboden zu tun.

In 100 g absolut trocknem Boden sind enthalten:

	unter 0,002 Rohton	0,002 bis 0,006 feiner Schluff	0,006 bis 0,02 grober Schluff	0,02 bis 0,06 Mehlsand	0,06 bis 0,2 Feinsand	0,2 bis 2 mm Sand	Summe
Tonboden	33,00	10,04	18,12	26,20	5,72	7,21	100,29
	32,60	10,04	17,94	26,20	5,72	7,21	99,71
Mittelwert	32,80	10,04	18,03	26,20	5,72	7,21	100,—
Lehmboden	13,13	7,75	12,08	54,40	11,25	1,25	99,86
	13,13	7,92	12,08	54,40	11,25	1,25	100,03
Mittelwert	13,13	7,84	12,08	54,40	11,25	1,25	99,95

2. Die chemische Analyse. Je 10 g lufttrockner Boden wurden mit der 5fachen Menge 10-prozent. Salzsäure 4 Stunden auf dem Wasserbade erhitzt. Der Rückstand wurde mit Natronlauge behandelt, um auch die laugenlösliche Kieselsäure zu bestimmen. Außerdem wurde auch die laugenlösliche Kieselsäure in der Weise ermittelt, daß der Boden zuvor nicht mit HCl behandelt wurde.

Der N-Gehalt wurde nach KJELDAHL ermittelt, der CO_2-Gehalt wie auch stets bei den späteren Versuchen, nach FRESENIUS-CLASSEN[1]) untersucht. In 100 g absolut trocknem Boden sind enthalten:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	N	CO_2
Tonboden . .	0,32	2,50	4,34	0,14	0,40	0,28	0,65	0,56	0,092	0,102
	0,28	2,47	4,48	0,11	0,40	0,33	0,70	0,59	0,092	0,098
Mittelwert . .	0,30	2,49	4,41	0,13	0,40	0,31	0,68	0,58	0,092	0,100
Lehmboden . .	0,27	1,86	1,80	0,04	0,28	0,12	0,18	0,17	0,072	0,080
	0,24	1,87	1,81	0,04	0,28	0,12	0,21	0,20	0,072	0,080
Mittelwert . .	0,26	1,87	1,81	0,04	0,28	0,12	0,20	0,19	0,072	0,080

Laugenlösliche SiO_2 im Rückstand nach HCl-Behandlung:
Tonboden 4,04% Lehmboden 2,30%,

Laugenlösliche Kieselsäure ohne vorherige Behandlung mit HCl:
Tonboden 0,58% Lehmboden 0,40%.

[1]) TREADWELL, Die analytische Chemie Bd. II, 11. Aufl., 1923.

Weiter wurden beide Böden auf ihre Azidität geprüft. Nach KAPPEN [1]) unterscheidet man bekanntlich folgende Aziditätsformen:

1. Die aktive Azidität. Sie beruht auf dem Vorhandensein von wasserlöslichen sauren Salzen und freien Säuren. Doch ist diese Aziditätsform auf landwirtschaftlich genutzten Böden nie beobachtet worden.

2. Die Neutralsalzzersetzung. Diese Aziditätsform ist nur auf Humusböden zu finden. Nur die freie Humussäure besitzt die Befähigung, echte Neutralsalze wie z. B. KCl zu zersetzen.

3. Die Austauschazidität. Behandelt man Böden mit Neutralsalzen wie KCl, so reagieren sie stark sauer. Diese saure Reaktion beruht auf der Bildung von Aluminiumsalzen in der Bodenlösung. Diese Böden sind arm an basischen Bestandteilen, und in den meisten Fällen führt diese Aziditätsform zu Schädigungen des Pflanzenwuchses. Um sie quantitativ zu bestimmen, schüttelt man je 100 g lufttrocknen Boden mit 200 ccm molarer KCl-Lösung. Im Filtrat wird die Säure gegen $\frac{n}{10}$ NaOH titriert.

4. Für die Pflanzen fast stets unschädlich ist die vierte Form, die hydrolytische Azidität. Sie beruht auf reiner Adsorption. Aus Salzen, die aus einer starken Base und einer schwachen Säure bestehen, kann das Kation adsorbiert werden. Schüttelt man solche Böden mit Natriumazetat oder Kalziumazetat, so wird Natrium oder Kalzium adsorbiert und Essigsäure in Freiheit gesetzt, die nun durch $\frac{n}{10}$ NaOH bestimmt werden kann.

In den drei ersten Fällen reagierten die benutzten Böden vollkommen neutral; nur im vierten Falle zeigten sie eine deutliche Azidität. Zur Neutralisation der freigemachten Essigsäure wurden, nachdem je 100 g Boden mit molarer Azetatlösung geschüttelt worden waren, bei dem Tonboden 13,7 $\frac{n}{10}$ NaOH, bei dem Tonboden 9,9 $\frac{n}{10}$ NaOH verbraucht.

Wie schon E. BLANCK [2]) gezeigt hatte, nahm bei Durchlässigkeitsversuchen die durchgesickerte Wassermenge zu, wenn der Boden mit CaO gedüngt wurde. Dasselbe konnte auch bei eigenen Versuchen festgestellt werden.

---

[1]) KAPPEN, Pflanzenernährung und Düngung 1924, S. 209.

[2]) a. a. O., S. 715.

	Tonboden. (Diese Zahlen sind Mittelzahlen aus drei parallel verlaufenden Versuchen in ccm:)		Lehmboden.	
	mit 0,5 % CaO	ohne CaO	mit 0,5 % CaO	ohne CaO
1. Woche . . .	250	138	367	160
2. „ . . .	188	180	248	122
3. „ . . .	150	134	191	101
4. „ . . .	109	123	156	70
5. „ . . .	99	99	148	80
Zusammen . .	796	674	1110	533 ccm

Angewandt wurden bei diesen Versuchen 350 g trockner Boden. Im Drainwasser wurde CaO bestimmt. Es wurden gefunden im Drainwasser des Tonbodens 0,039 bezw. 0,036 g, im Drainwasser des Lehmbodens 0,147 bezw. 0,035 g.

Außerdem wurden beide Böden mit 100 ccm molarer KCl-Lösung geschüttelt und in dem Filtrat die absorbierte Menge K_2O durch Differenzbestimmung ermittelt. Es zeigte sich, daß der Tonboden bedeutend größere Mengen K_2O absorbierte als der Lehmboden, und zwar absorbierte der Tonboden 1,306 g K_2O, während der Lehmboden nur 0,699 g K_2O festhielt. Wir sehen hieraus, daß die Absorptionskraft des Tonbodens größer ist als die des Lehmbodens.

Ferner wurde im Tonboden die Bakterientätigkeit untersucht. Dies geschah aus dem Grunde, weil der Tonboden, wie die Schlämmanalyse ergab, zu $^1/_3$ aus feinsten Teilchen kleiner als 0,002 mm besteht, und in diesen Teilchen eine freie Bewegung der Bakterien nicht mehr möglich ist. Da nun die für die Bildung von $CaCO_3$ notwendige CO_2 zum großen Teile von Bakterien geliefert wird, war es notwendig, einen in dieser Richtung laufenden Versuch auszuführen. Doch zeigte es sich, daß trotz alledem die Bakterientätigkeit eine recht gute war. Nach 26 Tagen waren über 60 % des gereichten Pepton-N in Ammoniak überführt.

Nach Erledigung dieser Versuche wurden die Hauptversuche begonnen. Sie wurden allgemein mit einer CaO-Gabe von 5 g auf 1 kg Boden ausgeführt, nachdem der Boden vorher durch ein Zweimillimetersieb von allen größeren Bestandteilen befreit war. Der gekalkte Boden wurde in einem Kellerraume des Instituts in tubulierten Glasglocken aufbewahrt, der Tubus war durch einen Porzellandeckel derart geschlossen, daß eine gute

Durchlüftung ermöglicht wurde, ohne daß Bodenverluste eintreten konnten. Erst nachdem der Boden mit 0,5 % CaO gedüngt war, konnte die notwendige Wassermenge nach und nach gegeben werden.

A. Tonboden.

Versuch I.

Es wurden 6×3 Töpfe mit 2000 g Boden gefüllt und mit 0,5 % CaO gedüngt. Die mittlere Feuchtigkeit betrug während des Versuchs 10,5 %. Untersucht wurden zunächst die ersten drei Gefäße nach 3 Tagen, die nächsten drei nach 6 Tagen vom Anfang an gerechnet usw. Die berechneten CO_2-Mengen beziehen sich auf 100 g des absolut trockenen Bodens.

Tabelle I.

Feuchtigkeit	H_2O %	Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden			Mittel %		
Zu Anfang . .	—	0,098	0,102	0,102	0,101 ± 0,001		
1. nach 3 Tagen	12,0	0,205	0,225	0 226	0,219 ± 0,005	mittlere Gesamt-zunahme	
2. „ 6 „	12,1	0,207	0,232	0 216	0,222 ± 0,004		
3. „ 15 „	11,4	0,239	0,245	0,208	0,231 ± 0,009	0,242 %	±0,003
4. „ 33 „	10,5	0,275	0,275	0,260	0,270 ± 0,004		
5. „ 69 „	8,0	0,353	0,338	0.340	**0,343** ± 0,003	mittlere Gesamt-abnahme	
6. „ 141 „	11,3	0,244	0,202	0,218	0,221 ± 0,009	0,122 %	±0,010

Diese gefundenen CO_2-Mengen entsprechen den folgenden Mengen CaO, vorausgesetzt, daß die Karbonate nur als $CaCO_3$ und nicht z. B. als Bikarbonat vorliegen. In % der höchstmöglichen CO_2-Aufnahme umgerechnet, ergibt sich:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
29,7	30,5	33,3	42,7	**61,3**	30,5 %

Versuch II.

Die drei ersten Gefäße des Versuchs I dienten diesem Versuche. Der Inhalt wurde in kürzeren Zeitintervallen untersucht und dadurch stets von neuem durchgemischt, also „umgebrochen", und zwar zu Anfang nach 6, dann nach 12 Tagen, nur im letzten Falle nach 16 Tagen.

Tabelle II.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel % CO_2		
Zu Anfang . .	—	—	—	—	0,101 ± 0,001		
1. nach 3 Tagen	12,0	0,205	0,225	0,226	0,219 ± 0,005	mittlere Gesamtzunahme 0.267 % CO_2	± 0,005
2. „ 9 „	11,8	0,249	0,239	0,257	0,248 ± 0,004		
3. „ 15 „	5,6	0,317	0,267	0,294	0,293 ± 0,010		
4. „ 27 „	11,2	0,347	0,286	0,296	0,310 ± 0,010		
5. „ 39 „	10,6	0,340	0,324	0,326	0,330 ± 0,014		
6. „ 51 „	10,1	0,355	0,337	0,326	0,339 ± 0,006		
7. „ 63 „	10,1	0,374	0,355	0,374	**0,368** ± 0,005	mittlere Gesamtabnahme 0,031 % CO_2	± 0,007
8. „ 79 „	12,0	0,325	0,349	0,335	0,337 ± 0,005		

Die entsprechenden Mengen CaO in % der höchstmöglichen CO_2-Aufnahme sind:

1	2	3	4	5	6	7	8
29,7	33,3	49,1	53,4	58,4	61,1	**68,2**	60,3

Versuch III.

Für diesen Versuch wurden die beiden nächsten 3 Gefäße von Versuch I herangezogen. Er unterscheidet sich vom vorigen nur dadurch, daß die Zeitintervalle, nach denen untersucht und jedesmal umgebrochen wurde, vergrößert wurden. Alle anderen Faktoren blieben gleich. Die Feuchtigkeit betrug, wie bei den ersten Versuchen, 10—11 %, die Temperatur 6° C.

Tabelle III.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trockenem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	—	—	—	—	0,101 —	mittlere Gesamtzunahme 0,231 %	± 0,010
1. nach 6 Tagen	12,1	0,217	0,216	0,232	0,222 ± 0,004		
2. „ 27 „	11,5	0,261	0,277	0,328	0,289 ± 0,015		
3. „ 45 „	11,0	0,340	0,313	0,341	0,332 ± 0,008		
4. „ 65 „	10,5	0,338	0,307	0,350	**0,332** ± 0,010	mittlere Gesamtabnahme 0,022 %	± 0,014
5. „ 84 „	10,4	0,334	0,287	0,309	0,310 ± 0,010		

Diesen gefundenen CO_2-Mengen entsprechen:

1.	2.	3.	4.	5.
30,5	47,6	58,5	58,5	53,5% CaO.

Versuch IV.

Es wurde jetzt einer der bisher gleich gehaltenen Faktoren verändert, und zwar die Temperatur. Da ja leicht anzunehmen war, daß die langsame CO_2-Aufnahme ihren Grund darin haben könnte, daß infolge der niederen Temperatur die Bakterientätigkeit eine geringe sei. So wurde die Temperatur bei diesem Versuche auf 15—16° C. erhöht. Um aber ein zu starkes Austrocknen zu verhindern, waren wir genötigt, auch die Feuchtigkeit um einige Prozente zu steigern. Benutzt wurden die drei Gefäße aus Reihe III. des Versuches I. Der Versuch begann nach 56 Tagen vom Beginn des Versuches I.

Tabelle IV.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	14,0	—	—	—	0,101 ± 0,001	mittlere	
1. nach 56 Tagen	14,0	0,292	0,288	0,290	0.290 ± 0,001	Gesamt-	
2. „ 62 „	14.0	0,326	0.313	0,305	0,315 ± 0,005	zunahme	
3. „ 68 „	14,0	0,383	0,415	0,389	**0,396** ± 0,008	0,295%	± 0,008
4. „ 77 „	14,0	0,327	0,313	0,323	0,321 ± 0,003	mittlere	
5. „ 86 „	14,0	0,345	0,318	0,307	0,323 ± 0,009	Gesamt-	
6. „ 98 „	14,0	0,341	0,304	0,303	0,316 ± 0,010	abnahme 0,080%	± 0,013

Die entsprechenden Mengen CaO sind:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
47,6	54,2	**75,9**	56,0	56,0	54,2

Interessant war bei diesem Versuch zu verfolgen, in welch günstiger Weise die erhöhte Temperatur auf die Krümelstruktur wirkte.

Versuch V.

Dieser Versuch wurde mit einer nur etwas erhöhten Feuchtigkeit von 13% H_2O ausgeführt. Die Temperatur betrug 6° C.

Hierzu wurden die drei Gefäße der 5. Reihe des Versuchs I verwandt.

Tabelle V.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	—	—	—	—	0,101	—	
1. nach 78 Tagen	13,0	0,350	0,362	0,348	**0,353** ± 0,003	mittlere Gesamtzunahme	
2. „ 90 „	13,0	0,333	0,307	0,370	0,337 ± 0,014	0,252%	± 0,003
3. „ 104 „	13,0	0,339	0,301	0,354	0,331 ± 0,012	mittlere Gesamtabnahme	
4. „ 120 „	13,0	0,248	0,211	0,248	0,236 ± 0,010	0,117%	± 0,010

Die umgesetzte Menge des gegebenen CaO betrug in den einzelnen Fällen:

1.	2.	3.	4.
63,9	60,0	58,5	34,5% CaO.

B. Lehmboden.

Versuch VI.

Analag den drei ersten Versuchen mit dem Tonboden wurden jetzt Versuche mit dem Lehmboden ausgeführt. Die Temperatur betrug wieder 6° C., die Feuchtigkeit 10—11% H_2O. Beim ersten Versuch mit diesem Boden wurden die CO_2-Bestimmungen, ohne daß umgebrochen worden war, ausgeführt.

Tabelle VI.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	—	—	—	—	0,080 ± 0,0		
1. nach 3 Tagen	10,7	0,227	0,176	0,196	0,200 ± 0,011	mittlere Gesamtzunahme	
2. „ 9 „	10,7	0,199	0,211	0,168	0,193 ± 0,010		
3. „ 21 „	10,7	0,225	0,245	0,228	0,233 ± 0,005	0,187%	± 0,002
4. „ 51 „	10,7	0,230	0,229	0,232	0,230 ± 0,001		
5. „ 81 „	10,7	0,270	0,268	0,263	**0,267** ± 0,002	mittlere Gesamtabnahme	
6. „ 111 „	10,7	0,226	0,222	0,223	0,224 ± 0,002	0,043%	± 0,003

d. h. es sind von dem zugegebenen CaO in das Karbonat umgesetzt:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
30,3	28,7	38,9	38,2	**47,3**	36,6% CaO.

Versuch VII.

Zu diesem Versuche wurden die drei ersten Gefäße des Versuches VI verwandt. Es wurde jedesmal umgebrochen und nach 3, 6, 8, 12 und zuletzt nach 18 Tagen die CO_2 bestimmt. Die Feuchtigkeit betrug im Mittel 12,5%. Temperatur 6°.

Tabelle VII.

	Feuchtigkeit	Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	—	—	—	—	0,080 ± 0,00		
1. nach 3 Tagen	12,5	0,227	0,176	0,194	0,199 ± 0,010		
2. „ 9 „	12,5	0,222	0,204	0,214	0,213 ± 0,004	mittlere Gesamtzunahme	
3. „ 15 „	12,5	0,238	0,218	0,228	0,228 ± 0,004		
4. „ 23 „	12,5	0,242	0,229	0,234	0,235 ± 0,003	0,182%	± 0,003
5. „ 35 „	12,5	0,251	0,248	0,281	0,260 ± 0,008		
6. „ 53 „	12,5	0,253	0,243	0,260	0,252 ± 0,004		
7. „ 71 „	12,5	0,265	0,265	0,255	0,262 ± 0,003	mittlere Gesamtabnahme	
8. „ 89 „	12,5	0,254	0,259	0,226	0,246 ± 0,008	0,016%	± 0,009

Folgende Mengen CaO sind demnach in $CaCO_3$ umgesetzt:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
30,3	33,1	37,7	39,4	45,8	43,8	46,3	42,2% CaO.

Versuch VIII.

Dieser Versuch unterscheidet sich von dem vorigen wiederum nur dadurch, daß nach größeren Zeitintervallen die Gefäße untersucht wurden. Die Feuchtigkeit betrug im Durchschnitt 11,3%. Die Temperatur war dieselbe.

Tabelle VIII.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	—	—	—	—	0,080	—	
1. nach 9 Tagen	11,3	0,199	0,211	0,168	0,193 ± 0,010	mittlere Gesamtzunahme	
2. „ 33 „	11,3	0,254	0,198	0,237	0,217 ± 0,008		
3. „ 60 „	11,3	0,275	0,230	0,275	0,260 ± 0,012	0,180%	± 0,005
4. „ 87 „	11,3	0,273	0,238	0,256	0,256 ± 0,007		
5. „ 114 „	11,3	0,267	0,249	0,265	**0,260** ± 0,005	mittlere Gesamtabnahme	
6. „ 150 „	11,3	0,219	0,222	0,231	0,224 ± 0,003	0,036%	± 0,006

Demnach beträgt die in Karbonat umgesetzte Menge CaO:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
28,7	34,3	45,3	44,5	45,8	36,6% CaO.

Überblickt man die bisher gefundenen Werte, so kommt man zu dem Ergebnis, daß in beiden Fällen der Böden A und B keine quantitative Umsetzung erfolgt ist. In den Hauptversuchen I und V ist der gegebene Ätzkalk im Tonboden nur zu 30,5%, im Lehmboden zu 36,6% umgesetzt worden. Beim Tonboden kann deutlich ein langsames Ansteigen der CO_2-Menge bis ungefähr nach 70 Tagen beobachtet werden. Dann scheint die Höchstgrenze erreicht zu sein. Nun tritt, was sehr interessant ist, plötzlich eine Abnahme der Kohlensäuremenge ein. Beim Versuch mit dem Tonboden konnte nach Berücksichtigung der wahrscheinlichen Schwankungen der mittleren Zunahmen bezw. Abnahmen an CO_2 in den Versuchen I—II einwandfrei ein solcher Wendepunkt festgestellt werden. Der Versuch IV ist wahrscheinlich zu früh abgebrochen worden, während der Versuch V gerade in dem Augenblick begonnen haben dürfte, als das Maximum der CO_2-Aufnahme erreicht war. Doch konnte auch hier eine ziemlich starke CO_2-Abnahme beobachtet werden.

Wie ist nun aber ein solches Maximum der CO_2-Aufnahme zu erklären? Einmal ist es möglich, daß sich mit der Zeit aus dem $CaCO_3$ das Bikarbonat mit der doppelten CO_2-Menge bildet; dieses Salz ist wasserlöslich und kann daher von Absorptionssubstanzen

des Bodens aufgenommen werden. Die dabei frei werdende Kohlensäure muß anscheinend entweichen. Oder es könnte auch das Karbonat durch absorbierende Substanzen direkt zerlegt werden. Daß eine Zerlegung der Karbonate durch solche Substanzen wie Ton, SiO_2-Gel usw. möglich ist, hat bereits J. DUMONT[1]) zeigen können. Er benutzte Kaliumkarbonat und zersetzte es mit Ton, Kieselsäure, Eisenhydrat und Tonerdehydrat.

Durch 20 g Substanz wurden aus 0,158 g K_2CO_3 folgende Mengen CO_2 freigemacht:

	Ton normal	Ton gebrannt	Kaolin	Kieselerde	Eisenhydrat	Tonerdehydrat
CO_2	15,98	20,99	0,54	3,27	9,80	19,81 mg

Eine Zersetzung des $CaCO_3$ ist auch von D. MEYER[2]) in völlig neutral reagierenden Mineralböden beobachtet worden. Doch ist wohl stets anzunehmen, daß zunächst das $CaCO_3$ löslich gemacht wird, und dies ist es in der Form des $Ca(HCO_3)_2$. Dieses Salz kann, da es ja aus einer starken Base und einer schwachen Säure besteht, genau wie Natrium- bezw. Kalziumazetat in seine Bestandteile zerlegt werden, wobei das Kation absorbiert, das Anion frei gemacht wird.

Beim Versuch mit dem Lehmboden war ebenfalls in zwei Fällen ein Wendepunkt festzustellen. Doch ging die Umwandlung in $CaCO_3$ viel langsamer vor sich. Die Zunahme an Kohlensäure war nicht so bedeutend wie im ersten Versuch A. Daher trat der Umschlagspunkt auch nicht so scharf hervor. Der Ätzkalk wurde bei beiden Böden nur zu einem geringen Teile in das Karbonat überführt, und zwar im Tonboden nur zu einem kleineren Prozentsatz als im Lehmboden. Daß dem so sein konnte, war von vornherein anzunehmen, da ja die Aziditätszahlen und auch die Absorptionszahlen (mit KCl) in irgend einem Zusammenhange mit den Bestandteilen des Bodens, die eine quantitative Umsetzung verhindern, stehen müssen. Wenn die Aziditätszahlen allein für die Umschlagszahlen ausschlaggebend wären, dann müßten diese Zahlen zu dem nicht umgewandelten Anteil des Ätzkalks in irgend eine Beziehung zu bringen sein. Es müßte z. B., wenn die entsprechenden Zahlen eingesetzt würden, die Gleichung gelten: 13,7 : 9.9 wie 69,5 : 63,4, d. h. die Aziditätszahlen zweier Böden

[1]) J. DUMONT, Compt. rend. 1906. **142.** 345.
[2]) D. MEYER, Landw. Jahrb. 1910. Erg. Band III. S. 293—297.

verhalten sich wie die nicht umgewandelten CaO-Mengen. Wie schon zu ersehen ist, stellt diese Gleichung bloß eine Annäherung an den richtigen Wert dar. Anders ausgedrückt: es entspricht beim Tonboden 1 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH 5,1% der gegebenen CaO-Menge, beim Lehmboden 6,4% der CaO-Menge.[1])

Wenn auch diese beiden Böden eine quantitative Umsetzung nicht zuließen, so war immerhin noch die Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß der Ätzkalk in Sandböden eine völlig quantitave Umsetzung erfahren werde. Auch ein solcher Versuch wurde angesetzt; benutzt wurde hierzu ein ziemlich weißer Sand aus einer Sandgrube, der nur Spuren von CO_2 enthielt und durch folgende Analysen charakterisiert wird:

Mechanische Analyse:

	unter 0,002	0,002 bis 0,006	0,006 bis 0,02	0,02 bis 0,06	0,06 bis 0,2	0,2 bis 2 mm	Summe
	1,50	1,50	0,45	2,70	58,40	36,20	100,75
	1,40	1,50	0,40	2,60	58,40	36,20	100,50
Mittelwert	1,45	1,50	0,43	2,65	58,40	36,20	100,63

Chemische Analyse (10prozent. HCl-Auszug)

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	CO_2
	0,116	0,50	0,08	0,036	0,055	0,022	0,036	—
	0,107	0,50	0,08	0,040	0,050	0,026	0,032	—
Mittel	0,112	0,50	0,08	0,038	0,053	0,024	0,034	Spuren

Der CaO scheint an SO_3 gebunden zu sein.

Es wurden drei Gefäße mit je 2000 g Sand + 10 g CaO angesetzt. Der Wassergehalt betrug im Mittel 5—6%. Untersucht wurde zunächst nach 6, dann nach 12 und 27 Tagen, und zum Schluß wurde die CO_2 nach 150 Tagen bestimmt.

Tabelle IX.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
Zu Anfang . .	—	0,000	0,000	0,000	0.0 ± 0,000		
1. nach 6 Tagen	5,5	0,263	0,185	0,252	0,233 ± 0,020	mittlere Gesamtzunahme 0,327%	± 0,011
2. „ 12 „	5,5	0.263	0,306	0,267	0,279 ± 0,011		
3. „ 27 „	5.5	0,332	0,319	0,262	0,304 ± 0,017		
4. „ 150 „	5,5	0,350	0,330	0,300	0,327 ± 0,011		

[1]) Vgl. Th. Arnd, Ztschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung. Bd. III. S. 254.

Auch hier tritt eine nahezu quantitative Umsetzung nicht ein. Die umgesetzte CaO-Menge des gegebenen Ätzkalkes berechnet an der Hand der gefundenen CO_2-Menge beträgt:

1.	2.	3.	4.
59,3	70,9	77,9	83,2% CaO.

Im Sand verläuft, wie dieser Versuch zeigt, die Umwandlung des Ätzkalkes schneller als im Ton- oder Lehmboden und kommt daher die $CaCO_3$-Bildung bald zum Stillstand.

Fassen wir die gefundenen Ergebnisse zusammen, so zeigt sich: Der Ätzkalk, der in den Boden gelangt, wird auch in sonst neutral reagierenden und sogar in sehr fruchtbaren Böden nur teilweise in das Karbonat überführt. Ja sogar in verhältnismäßig reinem Sande verläuft die Umsetzung, soweit wie verfolgt, nicht völlig quantitativ. Dies letztere Ergebnis stimmt vollkommen mit dem überein, was von HAGER[1]) gefunden worden ist. Nachdem er reinsten Quarzsand durch 24stündiges Behandeln mit rauchender Salzsäure von den löslichen Kalziumverbindungen befreit und nun die Salzsäure wieder quantitativ entfernt hatte, gab er frisch geglühten CaO zu diesem so behandelten Quarzsande plus einer bestimmten Menge Wasser hinzu und leitete dann CO_2-Gas in dieses Gemisch ein. Nach 13stündigem Einwirken wurde der Sand untersucht. Es ergab sich, daß 9 mg CaO von 203 mg, die gegeben worden waren, also 4,4%, nicht umgewandelt waren, also in anders gebundener Form vorhanden waren. HAGER nimmt an, daß der benutzte Quarzsand „geringe Mengen nichtindifferenter Kieselsäure" enthielt, und diese den kleinen Rest Kalk gebunden hat.

Wie bereits oben erwähnt, wird die Umsetzung des in den Boden gebrachten Ätzkalkes durch öfteres Umbrechen und durch erhöhte Feuchtigkeit erheblich begünstigt. Daß die Umwandlung des CaO in das Karbonat nur bei Anwesenheit von Feuchtigkeit vor sich gehen kann, zeigt uns ein dementsprechend ausgeführter Versuch. In trocknen U-Röhrchen, wurde eine kleine Menge frisch geglühten CaO getan und beides dann gewogen. Hierauf wurde ein CO_2-Strom, der durch konzentrierte Schwefelsäure getrocknet worden war, hindurchgeleitet und eine längere Zeit auf das CaO einwirken gelassen. Nach dieser Zeit (2 Stunden) wurde

[1]) HAGER und KERN, Jornal f. Landwirtschaft, 1916, S. 314.

ein Luftstrom hindurchgeleitet, um die freie Kohlensäure zu entfernen, und hierauf wieder gewogen. Dieser Versuch wurde öfters und mit größeren oder kleineren Mengen Ätzkalk wiederholt. Stets wurde, wie nicht anders zu erwarten war, gefunden, daß der Ätzkalk durchaus nicht gegen CO_2 reagiert. Wurde nun aber der Ätzkalk angefeuchtet, und die Röhrchen nach der Abkühlung gewogen und wieder ein CO_2-Strom hindurchgeleitet, so konnte stets binnen kürzester Zeit eine bedeutende Gewichtszunahme festgestellt werden, d. h. in diesem Falle bildete sich sofort $CaCO_3$. Hieraus kann man auch folgern, daß der Ätzkalk im Boden zunächst mit Wasser eine Verbindung eingeht, also $Ca(OH)_2$ bildet, d. h. er löscht sich und verbindet sich erst dann mit der einwirkenden Kohlensäure.

In welcher Form liegt nun aber der nicht zu Karbonat umgewandelte Teil des Ätzkalkes im Boden vor? Heiden[1]) nahm an, daß der Ätzkalk als solcher bezw. das Kalziumhydroxyd noch nach Monaten im Boden vorhanden sei. Daß dem nicht so sein kann, hat Hager[2]) durch eine Reihe von durchgeführten Schüttelversuchen bewiesen, denn schon nach kürzester Zeit ist der nicht umgewandelte Teil des CaO absorbiert, und zwar quantitativ, so daß diese Base in der Bodenlösung nicht mehr anzutreffen ist. Auch diese Beobachtung konnte an einem Versuch, der hier folgen soll, bestätigt werden:

Versuch X.

Die Bodenproben 6 des Versuches VI, die bereits mit 0,5% CaO gedüngt und schon untersucht worden waren, wurden gut durchgemischt, und je 1500 g dieses gekalkten Bodens in neue Gefäße gefüllt und nun erneut mit 0,5% CaO beschickt. Die Bodenfeuchtigkeit wurde auf 10—11% gebracht, die Temperatur blieb 6° C. Es war nämlich anzunehmen, daß der ungesättigte, jetzt durch die erste CaO-Gabe in einen vollständig gesättigten Zustand umgewandelte Boden nicht mehr imstande war, den neu zugefügten Ätzkalk zu absorbieren. War dies der Fall, dann mußte jetzt der CaO quantitativ in $CaCO_3$ überführt werden. Inwieweit der Ätzkalk auf die Absorptionssubstanzen bei der

[1]) a. a. O.
[2]) a. a. O., S. 277.

ersten Düngung sättigend eingewirkt hatte, zeigt uns deutlich dieser Versuch. Bezüglich der Bodenproben ist noch folgendes zu bemerken: Die Bodenproben gehörten zu einem der früheren Versuche und waren zu der Zeit, wo sie zu diesem neuen Versuche dienen sollten, vollkommen ausgetrocknet. Deshalb war es immerhin möglich, daß die Kohlensäure der Luft und auch der Bakterien den absorbierten CaO wieder an sich reißen würde. Jedoch die Analyse ergab, daß die CO_2-Menge, somit auch die $CaCO_3$-Menge, vollständig dieselbe geblieben war. Daraus ersieht man, wie fest die CaO-Teilchen gehalten werden. Man darf daher wohl nicht mehr von einer Adsorption des CaO sprechen, sondern man muß eine absorptive Bindung, wenn nicht eine rein chemische Festlegung des CaO annehmen.

Tabelle X.

Feuchtigkeit		Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden					
	H_2O %				Mittel %		
1. Zu Anfang .	10.5	0,219	0,222	0,231	0,224 ± 0,003		
2. nach 5 Tagen	10.5	0,372	0,387	0,384	0,381 ± 0,004	mittlere Gesamtzunahme	
3. „ 10 „	10.5	0,538	0,519	0,509	0.522 ± 0,006		
4. „ 20 „	10,5	0,542	0,531	0,543	0,539 ± 0,003	0,353%	± 0,040
5. „ 8 Monat.	10,5	0,585	0,574	0,572	0,577 ± 0,003		

Die umgesetzte CaO-Menge beträgt demnach in Prozenten

1.	2.	3.	4.	5.
0,0	42,5	75,8	80,2	90.0

In einem so vorbereiteten Lehmboden geht die Umwandlung des CaO in das Karbonat zum weitaus größten Teile in verhältnismäßig kurzer Zeit (20 Tagen) vor sich. Der Rest gebraucht sehr viel Zeit, um in das Karbonat überzugehen. Wenn wir uns nochmals an HEIDENS Versuche erinnern, so sieht man an diesem Versuch einwandfrei, daß freies CaO oder $Ca(OH)_2$ im Boden nicht zugegen sein kann. Denn wäre es vorhanden gewesen, so wäre es bestimmt in $CaCO_3$ überführt worden. Noch etwas anderes zeigt uns aber dieser Versuch.

In seinen Bodenkolloiden macht P. EHRENBERG[1]) bei den

[1]) P. EHRENBERG, Bodenkolloide 1918. S. 578.

Versuchen E. Blancks[1]) für die Ursache der nur teilweisen Umsetzung des Ätzkalkes im Boden die hohe CaO-Gabe verantwortlich. Gewiß sind durch diese doppelte Kalkung dem Boden Mengen einverleibt worden, die mit der Praxis durchaus nicht übereinstimmen. Nach den Berechnungstabellen von R. Heinrich entspricht einer 0,5prozent. CaO-Gabe bei unseren Versuchen eine Düngung von 91,25 dz pro Hektar bei einer Krumentiefe von 15 cm, während einer 1prozent. CaO-Gabe, wie im letzten Versuche, die doppelte Menge CaO, also 182,50 dz pro Hektar gleichkommt. Doch übt diese große Menge auf die Umsetzung des CaO keinen Einfluß aus. Auch auf die Bakterientätigkeit wird eine solch hohe CaO-Gabe kaum von Nachteil sein. Da für Lieferung der Bodenkohlensäure zum größten Teil nur die Bakterien in Betracht kommen, so kann man aus der schnellen Umwandlung des CaO folgern, daß ihre Tätigkeit durchaus nicht gestört erscheint. Der quantitativen Umwandlung des CaO in das Karbonat wirken in den meisten Fällen in der Hauptsache nicht die äußeren Faktoren entgegen, als da sind Wasser, (vor allem durchaus nicht hohe Wassergaben), große CaO-Mengen, Durchlüftung, CO_2-Gehalt der Luft oder Bakterientätigkeit, vielmehr sind es durchweg chemische Einflüsse oder reine Absorptionskräfte. Wenn bei diesem Versuche auch 100% des gegebenen CaO nicht vollständig in $CaCO_3$ umgewandelt sind, so ist dies einmal durch die unvermeidlichen Fehler zu erklären, die dadurch entstanden sind, daß der Ätzkalk vor dem Durchmischen mit Boden erst gewogen werden mußte, und, da er sehr hygroskopisch ist, Wasser und auch Kohlensäure absorbiert, er dann nicht mehr als reiner Ätzkalk in den Boden gegeben wurde, sondern als ein Gemisch von $CaO + CaCO_3 + Ca(OH)_2$. Anderseits ist es nicht ausgeschlossen, daß bei der ersten CaO-Düngung nicht alle absorbierenden Verbindungen durch CaO gesättigt worden sind. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß während der ganzen Versuchszeit mehrere Male der für unsere Versuche benutzte Ätzkalk auf CO_2 untersucht wurde. Doch konnten in allen Fällen nur Spuren festgestelt werden.

Wir sehen aus all diesen Versuchen, sei der benutzte Boden Lehmboden oder Tonboden, oder auch Sandboden, daß der Ätz-

[1]) E. Blanck, Landw. Jahrb. 1909. S. 715.

kalk zu einem großen Teile von Substanzen gebunden wird, die eine solche absorbierende Wirkung ausüben. Zu diesen Substanzen zählt man gewöhnlich die zeolithartigen Verbindungen (Permutit), Ton, Kieselsäure, Tonerde-Doppelsilikate, Silikataluminate. Daß Ton die Nährstoffe im Boden absorbieren soll, ist von LEMMERMANN [1]) festgestellt worden. Wurde dem Sandboden Ton zugesetzt, so konnte eine Ertragssteigerung der Ernte beobachtet werden. LEMMERMANN erklärt diese Ertragssteigerung durch die Absorption der ungünstig wirkenden und freigewordenen Basen. Ähnliches fand G. GIVEN [2]) bei seinen Versuchen über den Einfluß der Kalksalze auf das Ausflocken von Tonsuspensionen. Er konnte deutlich eine Absorption des $Ca(OH)_2$ durch die Tonteilchen feststellen. Durch Messung der elektrolytischen Leitfähigkeit, die bei seinen Versuchen dauernd abnahm, d. h. die Absorption des CaO immer stärker wurde, lieferte er einen exakten Beweis dafür. Ähnliche Absorptionserscheinungen fand VAN ZYL [3]) bei Ausführung seiner Schlämmanalysen. Damit die Tonteile schneller zum Absetzen gebracht wurden, gab er Leitungswasser, stark kalkhaltiges Wasser, als Elektrolyten hinzu. Die Summe der einzelnen Korngrößengruppen betrug bei Leitungswasser über 100%; besonders die Werte der kleinsten Teilchen waren bedeutend höher. Es handelte sich auch in diesen Fällen um Absorption irgend welcher löslichen Salze.

Welches sind nun die Substanzen, die den Hauptanteil an der Absorption der Kalziumsalze haben? Sind es in der Hauptsache die zeolithartigen Verbindungen oder sind es die reinen Gele?

Um eine Klärung dieser Fragen herbeizuführen, wurden folgende Versuche ausgeführt, und zwar zunächst mit künstlichem Permutit (von der „Permutit-Aktiengesellschaft Berlin"). Es wurden 12 Gefäße mit demselben Sand angesetzt, mit dem bereits die oben genannten Versuche ausgeführt worden waren. Gefäß 1 bis 3 wurden nur mit 0,5% CaO gedüngt, dagegen wurde außerdem zu Gefäß 4—6 auf je 1 kg Sand 20 g Permutit als Na-K-Permutit gegeben. Dieser benutzte Na-K-Permutit hatte folgende chemische Zusammensetzung:

---

[1]) LEMMERMANN, Landw. Jahrb. 50. S. 649.
[2]) G. GIVEN, Diss. Göttingen 1915.
[3]) VAN ZYL, Journal für Landwirtschaft. 1917. S. 260.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
	43,60	23,55	2,00	1,60	6,80	7,25	15,20
	43,60	23,55	2,00	1,60	7,00	7,26	14,99
Mittel	43,60	23,55	2,00	1,60	6,90	7,26	15,09

Die Gefäße 7—9 wurden mit 0,5% CaO und mit 20 g Ca-Permutit gedüngt. Dieser Ca-Permutit war aus dem Na-K-Permutit durch längeres Behandeln mit Chlorkalzium gewonnen worden, und zwar auf folgende Weise: Der Natriumkaliumpermutit wurde solange mit einer Lösung von $CaCl_2$ behandelt, bis im Filtrat kein Natrium oder Kalium gefunden werden konnte. Schließlich wurden Gefäß 10—12 mit einem Permutit gedüngt, der längere Zeit mit kohlensäurehaltigem Wasser geschüttelt worden war. Dadurch hatte er eine gewisse Azidität erhalten. Sie betrug 2 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH für 2 g Permutit. Auch in diesem Falle wurden auf 1 kg Sand 20 g Permutit gegeben.

1. Reihe: 0,5% CaO.

Feuchtigkeit: 6%	Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden			Mittel
1. nach 5 Tagen	0,111	0,159	0,113	0,128 ± 0,012
2. „ 10 „	0,255	0,213	0,255	0,241 ± 0,011
3. „ 15 „	0,271	0,279	0,289	0,280 ± 0,004
4. „ 25 „	0,325	0,308	0,309	0,314 ± 0,004

2. Reihe: 0,5% CaO und 2% Na-K-Permutit.

1. nach 5 Tagen	0,201	0,134	0,150	0,162 ± 0,016
2. „ 10 „	0,263	0,227	0,241	0,244 ± 0,008
3. „ 15 „	0,272	0,287	0,287	0,282 ± 0,004
4. „ 25 „	0,286	0,305	0,360	0,317 ± 0,017

3. Reihe: 0,5% CaO und 2% Ca-Permutit.

1. nach 5 Tagen	0,148	0,193	0,178	0,173 ± 0,010
2. „ 10 „	0,261	0,294	0 278	0,278 ± 0,007
3. „ 15 „	0,288	0,326	0,329	0,314 ± 0,011
4. „ 25 „	0,329	0,364	0,389	0,361 ± 0,013

4. Reihe: 0,5% CaO und 2% saurer Permutit.

1. nach 5 Tagen	0,165	0,183	0,100	0,149 ± 0,020
2. „ 10 „	0,269	0,248	0,250	0,356 ± 0,005
3. „ 15 „	0,347	0,335	0,288	0,323 ± 0,014
4. „ 20 „	0,379	0,338	0,367	0,361 ± 0,009

Es ist noch zu erwähnen, daß die Feuchtigkeit dieser drei Reihen dieselbe wie in der ersten Reihe, also 6% betrug und die Temperatur zwischen 4 und 6° C. schwankte. Die CO_2-Menge des Sandes war verschwindend klein; es konnten nur Spuren festgestellt werden. In folgender Tabelle sind die aus diesen Zahlen berechneten Werte der theoretisch höchstmöglichen CO_2-Aufnahme in Prozenten nebeneinander gestellt:

	1. Reihe + 0,5% CaO	2. Reihe Na-K-Permutit + 0,5% CaO	3. Reihe Ca-Permutit + 0,5% CaO	4. Reihe saurer Permutit + 0,5% CaO
1. nach 5 Tagen	28,7	41,2	44,0	37,9
2. „ 10 „	61,6	62,1	71,3	65,1
3. „ 15 „	71,3	71,7	79,9	82,2
4. „ 20 „	79,9	80,7	91,8	91.8

Aus all diesen Befunden ist nur zu entnehmen, daß Natrium-Kaliumpermutit, Kalziumpermutit und selbst der saure Permutit in den gegebenen Mengen durchaus nicht die Umsetzung des CaO in das Karbonat verzögern. Ob nun ein Austausch gegen Kalzium zuvor stattfindet, das konnte mit diesen Versuchsmethoden nicht festgestellt werden. Da beim Basenaustausch nur äquivalente Mengen eines Elementes gegen ein anderes, z. B. Ca gegen K, austreten, so wird bei den CO_2-Bestimmungen die gleiche Menge CO_2 gefunden werden, vorausgesetzt, daß nicht etwa entstandene lösliche Verbindungen ausgewaschen worden sind. Da angenommen werden konnte, daß die Menge Permutit vielleicht nicht zur Absorption ausgereicht hätte, so wurde außer obigen Versuchen mit Permutit noch ein anderer angesetzt, der sich von der 4. Reihe nur durch eine höhere Gabe desselben Permutits unterscheidet, und zwar wurden jetzt auf 1 kg Sand 50 g Permutit gegeben.

5. Reihe: Vergleichsversuch: 0,5% CaO.

	Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden				
				Mittel %	wahrscheinliche Schwankung
1. nach 6 Tagen	0,263	0,252	0,185	0,233	± 0,019
2. „ 12 „	0,267	0,306	0,262	0,279	± 0,011
3. „ 27 „	0,332	0,319	0,262	0,304	± 0,017

6. Reihe: 0.5% CaO + saurer Permutit.

	Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden				
				Mittel %	wahrscheinliche Schwankung
1. nach 6 Tagen	0,153	0,150	0,155	0,153	± 0,001
2. „ 12 „	0.206	0,189	0,210	0,202	± 0,005
3. „ 27 „	0,237	0,284	0,300	0,274	± 0,015

Die Feuchtigkeit betrug hier ebenfalls 6—7%; die Temperatur 4—6°. Wegen der besseren Übersicht seien auch hier die Mittelwerte der theoretisch höchstmöglichen CO_2-Aufnahme in Prozenten in folgender Tabelle zusammengestellt:

	5. Reihe 0,5% CaO	6. Reihe 5% Permutit + 0,5% CaO
1. nach 6 Tagen	49,3	38,9
2. „ 12 „	70,9	51,4
3. „ 27 „	77,9	69,7

Vergleicht man die Endwerte dieser beiden Versuchsreihen miteinander, so wird man zunächst eine Verzögerung der CaO-Umsetzung in der Reihe mit Permutit erkennen können. Doch berücksichtigt man die wahrscheinlichen Schwankungen von ± 0,020 bei einer Differenz von nur 0,030, so sieht man ohne weiteres, daß diese Werte innerhalb der Fehlergrenze liegen. Wir kommen also auch hier zu dem Schluß, daß die gegebene Permutitmenge auf die Umsetzung des CaO keinen Einfluß besitzt.

Wenn diese Versuche auch genügend dafür sprechen, daß die zeolithartigen Substanzen (Permutit) keine absorbierende Wirkung ausüben, so soll doch noch ein anderer Versuch mit demselben Tonboden, mit dem die Versuche A ausgeführt wurden, besprochen werden. Es ist bekannt, daß die zeolithartigen Substanzen (wie auch Permutit) durch Salzsäure vollständig zerstört werden können. Würde man also einen Boden mit Salzsäure behandeln und auf diese Weise die zeolithartigen Substanzen zerstören, so müßte der Bodenrückstand, nachdem er vollkommen von HCl befreit ist, nunmehr eine quantitative Umsetzung des CaO in $CaCO_3$ zulassen, falls die zeolithartigen Substanzen für CaO die Absorptionssubstanzen des Bodens sind.

Versuch.

Auf 5—6 kg Tonboden wurden längere Zeit 6 l heiße Salzsäure (1:1) einwirken gelassen. Hierauf wurden die gelösten Verbindungen entfernt und solange ausgewaschen, bis der Boden gegen Lackmus vollkommen neutral reagierte. Von dem Boden vor und nach der Behandlung mit HCl seien hier die Bauschanalysen wiedergegeben:

(Diese Zahlen sind Mittelwerte aus je zwei Analysen.)

In 100 g absolut trocknem Boden sind enthalten:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Glühverlust
vor Behandlung mit Salzsäure:								
70,68	12,27	7,29	0,13	0,82	0,93	2,22	0,80	5,11
nach Behandlung mit Salzsäure:								
82,78	6,43	3,97	Sp.	0,60	0,58	1,10	0,25	4,20

Je 2 Gefäße mit je 1 kg dieses Bodens wurden mit 0,5% CaO gedüngt und nach 3 bezw. 5 Wochen auf Kohlensäure untersucht. Die Feuchtigkeit betrug im Mittel 17%. Sie war deshalb so hoch gegeben, um die Umsetzungsverhältnisse möglichst günstig zu gestalten.

7. Reihe.

	Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden		
			Mittel
Zu Anfang	—	—	0,0%
1. nach 3 Wochen . . .	0,143	0,108	0,126%
2. „ 5 „	0,126	0,123	0,125 „

Umgerechnet in Prozenten der theoretisch höchstmöglichen CO_2-Aufnahme . . 1. 32,2% 2. 31,9% CaO.

Vergleicht man nun diese Werte mit den Endwerten des Hauptversuches I, so muß man zu dem Schluß kommen, daß eine stärkere Umsetzung des CaO durchaus nicht stattgefunden hat. Damit ist deutlich gezeigt, daß es die zeolithartigen Substanzen nicht sind, die die Absorption des CaO bewirken. Gleichzeitig mit diesem Versuch haben wir eine Eigenschaft der CaO absorbierenden Substanzen gefunden: Sie müssen salzsäureunlöslich sein. Nun wissen wir aber, daß Ton z. B. zu den Stoffen zählt, die von HCl nicht angegriffen werden. Wie schon oben angeführt,[1]) konnte die Absorption des Tones in

[1]) Siehe oben S. 226.

einigen Arbeiten festgestellt werden. Da man nun Ton nach einigen Forschern, so z. B. E. Blanck und G. Wiegner, als gemengtes Gel von $SiO_2 + Al_2O_3 + 2\,H_2O$ aufzufassen hat, so war es sehr wünschenswert nachzuprüfen, inwieweit die einzelnen Bestandteile wie SiO_2-Gel oder Al-Gel oder ein Gemisch beider Gele an der Adsorption im Boden beteiligt sind. Um hierin Klärung zu schaffen, wurden folgende Versuche ausgeführt:

Der erste Versuch (8. Reihe).

Eine frisch bereitete Menge von Kieselsäuregel, die vollkommen säurefrei war, wurde mit Sand gemischt und mit 0,5% CaO versetzt. Die SiO_2-Gelmenge betrug auf 1 kg Sand 50 g. Es waren 5 g SiO_2 und 45 g H_2O (1 SiO_2 + 9 H_2O).

Im zweiten Versuch (9. Reihe) wurden 8,5 g Al_2O_3 als Gel auf 1 kg Sand verwandt. Die sonstigen Versuchsbedingungen waren die gleichen. Schließlich wurden im 3. Versuch (10. Reihe) SiO_2-Gel und Al_2O_3-Gel im Verhältnis 1 : 2 gegeben, um den Verhältnissen, wie wir sie im Tone haben, zu entsprechen. Die Feuchtigkeit betrug in sämtlichen Versuchen 6—7%.

8. Reihe: SiO_2-Gel.

Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden

				Mittel	wahrscheinliche Schwankung
1. nach 6 Tagen	0,173	0,182	0,134	0,163	±0,012
2. „ 12 „	0,237	0,265	0,170	0,224	±0,022
3. „ 27 „	0,262	0,307	0,233	0,267	±0,016

9. Reihe: Al_2O_3-Gel.

1. nach 6 Tagen	0,187	0,196	0,182	0,188	±0,003
2. „ 12 „	0,249	0,209	0,233	0,230	±0,008
3. „ 27 „	0,304	0,319	0,403	0,342	±0,024
4. „ 57 „	0,301	0,325	0,333	0,320	±0,007

10. Reihe: SiO_2-Gel + Al_2O_3-Gel.

1. nach 6 Tagen	0,165	0,139	0,173	0,158	±0,008
2. „ 12 „	0,237	0,198	0,226	0,220	±0,009
3. „ 27 „	0,278	0,216	0,344	0,279	±0,026
4. „ 57 „	0,279	0,238	0,274	0,264	±0,010

In folgender Tabelle seien wieder die Prozentzahlen eingesetzt:

	8. Reihe SiO_2-Gel	9 Reihe Al_2O_3-Gel	10. Reihe SiO_2-Gel Al_2O_3-Gel
1. nach 6 Tagen . . .	41,5	47,8	40,5
2. „ 12 „ . . .	57,0	58,5	60,0
3. „ 27 „ . . .	67,9	87,0	71,0
4. „ 57 „ . . .	—	81,4	67,2

Vergleicht man die Endwerte der Reihen untereinander, so ergibt sich für die 9. und 10. Reihe eine Differenz von 0,056% mit einer wahrscheinlichen Schwankung von ± 0,012. Damit ist nun deutlich gezeigt, daß das Gemisch von Al_2O_3 + SiO_2-Gel auf die Umsetzung verzögernd eingewirkt hat. Al_2O_3-Gel allein hat keine Wirkung ausgeübt. Anders verhält es sich mit dem SiO_2-Gel. Doch lassen die ziemlich großen Schwankungen noch keine bestimmte Schlußfolgerung zu. Aus diesem Grunde wurde ein neuer Versuch mit demselben Sande ausgeführt, nur mit dem Unterschiede, daß eine erhöhte Menge SiO_2-Gel, und zwar 20 g reine SiO_2 oder 200 g $SiO_2 + x\,H_2O$ auf 1 kg Sand gegeben wurde. Leider trat bei diesem Versuch ein anderer störender Faktor ein, nämlich die hohe Feuchtigkeit. Diese betrug im Durchschnitt 15—18%. Um die Gele nicht zu zerstören, war es jedoch notwendig, die Feuchtigkeit auf dieser Höhe zu halten. Die Feuchtigkeit des reinen Sandversuchs, der nur zum Vergleich wieder angesetzt war, betrug im Durchschnitt aber nur 6—7%. Da die Feuchtigkeit bei der Kalkumsetzung eine ziemlich große Rolle spielt — erhöhte Feuchtigkeit beschleunigt die Karbonatbildung —, so war zu befürchten, daß der Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Versuche ein nicht allzugroßer sein würde.

11. Reihe: 0,5% CaO.

Gefundene Gramm CO_2 in 100 g trocknem Boden

				Mittel	wahrscheinl. Schwankung
1. nach 5 Tagen . .	0,224	0,246	0,196	0,222	± 0,011
2. „ 16 „ . .	0,346	0,316	0,268	0,310	± 0,017
3. „ 27 „ . .	0,330	0,315	0,325	0,323	± 0,003

12. Reihe: SiO_2-Gel + 0,5% CaO.

1. nach 5 Tagen . .	0,164	0,144	0,207	0,172	± 0,014
2. „ 16 „ . .	0,237	0,237	0,251	0,242	± 0,004
3. „ 27 „ . .	0,266	0,247	0,280	0,264	± 0,007

Die Prozentwerte bringt folgende Übersicht:

	11. Reihe	12. Reihe SiO_2-Gel
1. nach 5 Tagen	56,5	43,8
2. „ 16 „	78,9	61,6
3. „ 27 „	82,4	67,2

Diese Werte zeigen einwandfrei, daß SiO_2-Gel die Karbonatbildung ziemlich stark verzögert; trotzdem bei diesem Versuch die

äußeren Bedingungen einer schnellen Umwandlung gegenüber dem reinen Sandversuch sehr günstig waren, so sind doch 15,2 % CaO weniger als im reinen Sand in das Karbonat überführt worden. Die Kieselsäure bindet den Ätzkalk wohl sicherlich nach folgender Gleichung:

$$Ca(OH)_2 + H_2SiO_3 = CaSiO_3 + 2\,H_2O.$$

Daß SiO_2-Gel stark absorbierend wirkt und sogar Natriumazetat zersetzen kann, wurde in einem kleinen Versuche festgestellt: 10 g SiO_2-Gel wurden mit Natriumazetatlösung geschüttelt Natrium wurde absorbiert, und die freigewordene Essigsäure konnte durch Titrieren mit NaOH neutralisiert werden. Die verbrauchte Menge Natronlauge betrug bei 10 g SiO_2-Gel oder 1 g SiO_2 + 9 g H_2O 2,4 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH.

Auch ein anderer Versuch, dessen Ergebnis inzwischen gleichfalls von anderer Seite [1]) Bestätigung gefunden hat, wurde ausgeführt: In eine kleine Sickerversuchsröhre wurde eine bestimmte Menge (30 g) SiO_2-Gel gegeben, und nachdem längere Zeit ein CO_2-freier Lufttrom hindurchgesogen worden war, wurden 50 ccm einer bestimmten $Ca(OH)_2$-Lösung zugeführt. Nach dem Durchlaufen wurde mit CO_2-freiem Wasser ausgewaschen. Während dieser ganzen Zeit war der Apparat nach außen hin abgeschlossen, um eine Einwirkung der Luftkohlensäure und damit die Bildung von Kalziumkarbonat zu verhindern. Die zugegebenen 50 ccm enthielten 30 mg CaO. Das Filtrat, die durchgesickerte Flüssigkeit, wurde auf CaO geprüft; nicht die geringsten Spuren CaO waren zugegen, das heißt also: SiO_2-Gel hatte sämtliches CaO absorbiert. Der Versuch wurde wiederholt und dabei stets dasselbe gefunden. Wurde nun mit KCl ausgewaschen, so konnte der absorbierte Kalk im Filtrat zum größten Teile wiedergefunden werden.

Somit können wir folgern, daß SiO_2-Gel eine der am stärksten kalkabsorbierenden Substanzen ist, und wahrscheinlich auch in neutralen Böden die am stärksten absorbierende Substanz für Kalk darstellt.

Hat nun SiO_2-Gel auch die Fähigkeit, aus $CaCO_3$ das Kalzium zu absorbieren und damit CO_2 freizumachen? Um auch dieses

[1]) Lemmermann und L. Fresenius, Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. Bd. III, 1924, S. 10.

nachzuprüfen, wurden noch folgende Versuche angesetzt: zwei Destillierkolben, die man gleichzeitig auch zur CO_2-Bestimmung benutzen konnte, wurden mit 4 g gebrannten Ton, beschickt, zwei weitere erhielten 15 g SiO_2-Gel und zu allen 4 Gefäßen wurde eine gleiche Menge Wasser (100 ccm) und 0,5 g $CaCO_3$ gegeben. Nach drei Wochen wurde die Kohlensäure in den 4 Gefäßen bestimmt. Während dieser 3 Wochen konnte bei den Versuchen mit SiO_2-Gel, besonders zu Anfang, das Aufsteigen von Bläschen beobachtet werden, woraus man vielleicht auf Entweichen von CO_2 schließen durfte. In der Tat hat sich diese Vermutung bestätigt, wie uns folgende Tabelle zeigt: Die 13. Reihe gibt uns den CO_2-Gehalt in dem benutzten $CaCO_3$ wieder.

	13. Reihe $CaCO_3$		14. Reihe 4 g gebr. Ton		15. Reihe 15 g SiO_2Gel	
Nach 3 Wochen	224,2 221,2	222,7	224,0 195,5	209,8	204,8 181,7	193,3 mg CO_2

Wie auch diese Zahlen dartun, hat das SiO_2-Gel eine Verminderung der CO_2-Mengen herbeigeführt, d. h. $CaCO_3$ teilweise absorbiert und dadurch CO_2 freigemacht. Wie auch Hager bei seinen Versuchen gezeigt hat, geht eine solche Zerlegung des $CaCO_3$ sehr langsam vor sich. Da diese Zersetzung eintreten kann, so liefert sie uns doch den Beweis dafür, daß die Absorptionskraft des SiO_2-Gels eine stärkere Wirkung besitzt als die Kohlensäure. Übertragen wir diese Feststellungen auf die Verhältnisse im Ackerboden, so müssen wir zunächst fragen: ist denn freies Kieselsäure-Gel in solchen Mengen vorhanden? Wie die beiden Analysen des Ton- und Lehmbodens gezeigt haben, enthält der Tonboden ohne vorherige Behandlung mit HCl 0,58% laugenlösliche SiO_2, der Lehmboden 0,40% SiO_2. Würde man eine chemische Reaktion nach der oben erwähnten Gleichung annehmen, so würde diese SiO_2-Menge in beiden Fällen genügen, den zugesetzten, nicht in das Karbonat überführten CaO zu binden. Eine solche Reaktion scheint nach den Versuchen von van Bemmelen[1]) nicht ausgeschlossen. van Bemmelen hat auf Hydrosol von SiO_2 zwar nicht Kalziumoxyd einwirken lassen, sondern dies Hydrosol mit einer Barytlösung versetzt. Hierbei bildete sich ein Salz von der Zusammensetzung $BaSiO_3 . 6\ H_2O$.

[1]) van Bemmelen, Die Absorption 1910, S. 486.

In einer neueren Arbeit gibt Ramann[1]) über die Adsorption von Quarz an, daß 1 kg Quarz imstande ist, 1,07 g Kalziumhydroxyd zu adsorbieren. Daß CaO von SiO_2-Gel bedeutend stärker absorbiert wird, zeigen Versuche von Lemmermann und van Bemmelen.

Schließlich sei noch folgendes kurz erwähnt: Vergleicht man die Mengen der vor der HCl-Behandlung bestimmten laugenlöslichen SiO_2 beider Böden, so findet man, daß der Boden mit der größten Menge laugenlöslicher Kieselsäure am stärksten absorbiert und die höchste Aziditätszahl aufweist. Das Verhältnis der beiden Kieselsäuremengen im Ton und Lehmboden 0,58 : 0,40 stimmt sogar ziemlich gut mit dem der Aziditätszahlen 13,7 : 9,9 überein.

Faßt man die gesamten Untersuchungsergebnisse zusammen, so ergibt sich:

1. In kalkarmen Böden, auch in neutral reagierenden kalkarmen Böden erfolgt die Umsetzung des CaO in $CaCO_3$, soweit wie verfolgt, nicht quantitativ. Ein großer Teil CaO wird im Boden anderweitig gebunden.

2. Die Versuche von E. Blanck und G. Hager werden im übrigen voll und ganz bestätigt.

3. Nur in $CaCO_3$-reicheren Böden erfolgt vermutlich eine quantitative Umsetzung des CaO in $CaCO_3$.

4. Der Vollzug des quantitativen Verlaufes wird behindert durch die Gegenwart absorbierend wirkender Substanzen im Boden.

5. Als solche haben sich das Kieselsäuregel und auch das Gelgemisch SiO_2-Al_2O_3 nachweisen lassen.

6. SiO_2-Gel hat die Fähigkeit, $CaCO_3$ zu zerlegen.

---

[1]) Ramann, Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. Bd. III, S. 259.

Beiträge zur Keimungsphysiologie des Wiesenschwingels.

Von

Dr. MAX KREYSING.

A. Bedeutung und Aufgaben der Samenkontroll-Stationen.

Die Arbeiten der Samenkontroll-Stationen haben viel zu den großen Fortschritten der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten beigetragen. Ohne ihre Existenz würde der Landwirt der Übervorteilung und Fälschung durch den Handel schutzlos preisgegeben sein. Ihr Rat und Tat stehen ihm auch bei der Anlage von Grünlandflächen zur Verfügung. Dennoch wird ihr Wert für die Praxis oftmals nicht genügend gewürdigt und die geleistete Arbeit unterschätzt.

Jeder, der sich mit Samenuntersuchungen beschäftigt hat, kennt die großen Schwierigkeiten, welche die exakte Kontrolle zu überwinden hat. Sie sind bedingt durch die Eigenart des Untersuchungsobjektes, des Samens, als lebenden Organismus! Seine Empfindlichkeit gegen äußere Einflüsse und die wechselnde Beschaffenheit der einzelnen Samen innerhalb einer Probe geben oft zu erheblichen Schwankungen des Versuchsergebnisses Anlaß und würden dieses wertlos machen, wenn die Untersuchung verschiedener Samenarten schematisch durchgeführt würde. Aus dieser Erkenntnis heraus haben die Prüfungsmethoden im Laufe der Zeit einen wesentlichen Ausbau erfahren. Man suchte mehr und mehr den Sonderbedürfnissen jeder Samengattung, ja möglichst jeder Sorte zu entsprechen, um sich vor Fehlschlüssen zu hüten.[2])

[1]) Edler, Jetziger Stand der Samenkontrolle und Untersuchung. Fühlings landw. Ztg. 1913, Heft 10.

[2]) Heinrich, Einige Erfahrungen bei Keimprüfungen. Landw. Versuchs-Station 1912. Heft 3 und 4.

Den gewiesenen Zielen nachzustreben bemüht sich vorliegende Arbeit. Sie soll ein Beitrag zur Keimungsphysiologie des Wiesenschwingels sein. Dieser ist eines der wichtigsten und wertvollsten Weide- und Wiesengräser, weil er große Mengen sehr guten Futters liefert. Sein Horst ist dicht und niedrig mit zahlreichen hohen Halmen und meist langen breiten Blättern. Er treibt sehr frühzeitig aus und blüht oft schon Ende Mai.[1]) Die Samenreife fällt in die erste Hälfte des Juli.

B. Allgemeiner Teil.

I. Die Versuchsanordnung.

Die Untersuchungen wurden mit drei Stämmen aus der Göttinger Zucht und mit vier Herkünften (märkischer, schlesischer, amerikanischer und dänischer) durchgeführt. Als Keimbetten dienten unglasierte Tonschälchen oder Teller, die auf feuchtem Sand in den mit Wasserdampf gesättigten Keimschränken standen. Die Wasserisolierung der Schränke und die angebrachten Thermostaten ermöglichten eine genaue Einstellung der jeweils verlangten Wärmegrade. Bei den Versuchen mit Wechseltemperaturen wurde mit zwei Keimschränken gearbeitet, von denen der eine die konstant höhere Temperatur hielt, um den Wechsel möglichst scharf und schnell bewerkstelligen zu können. Die Keimung bei 5, 9 und 12° C. wurde in geeigneten Kellerräumen durchgeführt, in denen vermöge ihrer tiefen Lage die Temperatur für mehrere Wochen konstant blieb.

Innerhalb des Keimschrankes standen die Schälchen reihenweise übereinander; sie wurden täglich umgesetzt, damit mögliche Wärmeunterschiede einen Ausgleich fanden. Bei geschlossenen Türen herrschte ein Dunkel bis Halbdunkel. Für die Licht- und Dunkelkeimungsversuche wählte ich einen Schrank mit Glastür, deren oberer Teil mit leichtdurchlässigem Papier beklebt wurde. Außerdem bedeckte ich die Keimschalen der Dunkelabteilung mit einer schwarzen, die anderen mit einer durchsichtigen Glasplatte, um eine Wärmewirkung der Lichtstrahlen abzuschwächen, wenn auch nur zerstreutes Tageslicht zur Anwendung kam. Das Auslesen der „Dunkelkeimer" geschah bei rotem Licht.

[1]) STREKER, Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser. Berlin 1921.

Die Versuchsresultate stellen das Mittel von 3 und 400 Samen dar. In besonderen Fällen wurde mit 5 oder 6×100 Korn gearbeitet. Als gekeimt habe ich nur die Samen ausgelesen, welche Blatt- und Wurzelscheide sichtbar zur Entwicklung gebracht hatten. Die Trennung der tauben von den vollen Körnern ließ sich leicht mit Hilfe eines Spiegeldiaphanoskopes durchführen.

Den Samen des Wiesenschwingels beschreibt Wittmack[1]) folgendermaßen: „Unbegrannt, so groß fast wie englisches Raigras und ihm ähnlich, 6—7 mm lang, 1—1,4 mm breit. Deckspelze lanzettlich, die 5 Nerven nur oberwärts deutlich, Ränder wenig umgerollt, daher die Vorspelze breit sichtbar. Frucht der Vorspelze fest angewachsen, schwer trennbar, länglich, oben stumpflich, bis 3,8 mm lang, 1,3 mm breit, braun bis schwarzbraun."

Beim Durchbruch des Keimes durch die ihn umgebenden Gewebemassen spielen sich rein mechanische Vorgänge ab, bei denen unter Druck eines in Streckung begriffenen Organes ein Gewebe an einer bestimmten Stelle und in einer bestimmten Richtung nachgibt. Der Keimling liegt an der Basis der Deckspelze. Hier erfolgt in der Regel auch der Durchbruch der Keimwurzel, während der Keimling selbst erst ein Stück unter der Deckspelze entlang kriecht, um schließlich seitlich oder auch erst am oberen Ende zu Tage zu treten.

II. Die Ergebnisse früherer Untersuchungen.

Über die Keimungsverhältnisse von Festuca pratensis liegen nur vereinzelte Angaben von Kontrollstationen vor, die sich hauptsächlich auf die Keimprozente verschiedener Proben beziehen. Nobbe gibt die durchschnittliche Keimkraft von 25 Untersuchungen mit 32%, des Maximum mit 66% an. Weit günstiger fallen die Ergebnisse der Samenprüfung 1913—15 in der Versuchs-Station Rostock aus. 33 Proben hatten eine durchschnittliche Keimfähigkeit von 89,5% (Schwankung 65—100%), das Tausendkorngewicht betrug 1,87 g im Mittel (Schwankung 1,58—2,15 g). Ähnliche Zahlen veröffentlicht die Versuchs-Station Münster 1915 von 7 untersuchten Mustern, deren mittlere Keimfähigkeit 93,9% (Schwankung 86,5—97,5%) betrug. Kling[2]) zählt den Wiesen-

[1]) Wittmack, Handbuch der Samenkunde.

[2]) Kling, Beitrag zur Prüfung der Gräserkeimung. Dissertation, Gießen 1916.

schwingel zu den anspruchslosen Gräsern, was seine Keimansprüche betrifft, doch zeigt sich der Samen nach den Angaben von PIEPER[1]) dankbar für hohen Wassergehalt des Keimbettes; schon bei 40 % der wasserhaltenden Kraft ging die Keimfähigkeit merkbar zurück. Zu beiden letztgenannten Arbeiten wird noch im speziellen Teil Stellung zu nehmen sein.

Meine Aufgabe erblicke ich nicht darin, ein geschlossenes Bild über die Keimungsbiologie des Wiesenschwingel zu geben. Man liefe Gefahr, daß Fragen aufgeworfen würden, deren Lösung längst bei Untersuchungen anderer Gräser gefunden und in den technischen Vorschriften verwertet ist. Es soll vielmehr nur versucht werden, die normalen und optimalen Bedingungen für die Keimung zu erfassen und Reizerscheinungen zu prüfen, welche diesen Verlauf noch zu beschleunigen vermögen.

C. Besonderer Teil.

I. Die Wirkung der Lufttemperatur auf den Keimungsverlauf.

Die Forschung schreitet in zwei Richtungen vor und stellt fest:

a) welche oberen und unteren Temperaturgrenzen eine Auskeimung unmöglich machen, ohne die Lebenskraft der Samen zu schädigen.

b) wie der Keimungsverlauf sich innerhalb dieser Grenzen vollzieht.

FR. HABERLANDT stellte für eine große Anzahl unserer Kulturpflanzen das Keimminimum und die Geschwindigkeit fest, mit welcher das Würzelchen bei niederen und mittleren Wärmegraden hervortritt. (Die Tabelle ist in Nobbes „Handbuch der Samenkunde", Berlin 1876, S. 223 abgedruckt.) Aus diesen Untersuchungen ist zu schließen, daß die meisten Samen noch bei einer Temperatur unterhalb 4,75° C. keimen, doch ist Festuca pratensis nicht berücksichtigt worden. Sein Keimungsbeginn bei 16—18° C. fällt bei NOBBE auf den 3. oder 4. Tag, am 5. und 6. Tag war die größte Hälfte der Samen aufgegangen. Meine Versuche bestätigen dies Ergebnis und erweitern es dahin, daß mit steigender

[1]) PIEPER, Vergleichende Keimversuche mit Grassämereien. Dissertation, Jena 1909.

Temperatur das „Äugeln" der Blattkeime immer schneller erfolgt, in den einzelnen Herkünften kleine Abweichungen hervorrufend. Die Zahlen der Tabelle bedeuten die Anzahl der Tage, nach denen die Blattscheiden sichtbar wurden, bei einer Temperatur von:

	4—5°	7—8°	11—12°	18—19°	24—26°	33°
Stamm 11	18	10	7	4	3	3
„ 12	18	10	7	4	3	4
„ 13	18	11	7	4	3	3
Märkischer Schwingel . .	23	11	8	4	3	—
Schlesischer Schwingel .	16	9	7	3	2	2
Amerikanischer Schwingel	18	9	7	3	2	3
Dänischer Schwingel . .	18	9	7	4	—	4

Die schnellste Auskeimung für alle Proben bewirken 25° C., denn schon die nächst höhere Stufe ruft Verzögerungen hervor. Auch dem späteren Keimungsverlauf prägt jede Temperaturlage deutlich ihren Stempel auf. Die Keimgeschwindigkeit ist bei 5° nur sehr gering, wächst über 8 und 12° bis zum Optimum bei 18° bezw. 25°, um bei 33° wieder abzuklingen.

Die Untersuchungen der 5°-Stufe verfolgen den Zweck, das Keimminimum für Festuca festzustellen:

4—5° C.	16	18	21	23	25	27	29	32	35	38	43
	Tage										
Stamm 11	—	1	8	19	31	41	43	45	47	50	54
„ 12	—	2	13	21	30	39	41	47	48	53	59
„ 13	—	1	9	20	34	47	54	63	69	76	82
Märkischer Schwingel . .	—	—	—	2	5	8	13	24	—	38	—
Schlesischer Schwingel .	1	8	13	17	20	27	35	41	—	48	—
Amerikanischer Schwingel	—	3	6	14	25	31	39	48	—	56	—
Dänischer	—	3	7	12	19	26	30	35	—	39	—

Es gelang sehr gut bei der sich langsam hebenden Temperatur des Kellerraumes den Punkt für das Hervorbrechen der ersten Keimwurzeln und Blattscheiden zu erfassen. Diese erschienen bei $5\,^1/_2{}^0$ C., jene schon bei 4,75° C., den märkischen Samen vermochten erst $5\,^1/_2{}^0$ in Regung zu bringen. Leider stieg die Temperatur am 29. Tage nach der Einkeimung auf 6° C., die sich dann bis zum 43. Tage nicht mehr änderte. Ich neige der Ansicht zu, daß nach Monaten ein volles Keimergebnis

erzielt wäre, wie WEHSARG[1]) auch bei den Samen von Thlaspi arvense fand.

Die 9°-Stufe ist ebenfalls aus oben erwähnten Ursachen am 30. Tage abgeschlossen:

8—9° C.	9	10	11	12	13	14	16	19	22	26	30
	Tage										
Stamm 11	—	1	9	28	47	59	70	79	80	80	81
„ 12	—	1	8	25	45	57	67	71	71	72	73
„ 13	—	—	11	31	53	69	79	85	86	88	88
Märkischer Schwingel . .	—	—	3	7	10	14	28	39	44	47	49
Schlesischer Schwingel .	3	14	24	36	43	51	62	73	76	78	79
Amerikanischer Schwingel	1	6	21	38	52	62	75	81	83	84	—
Dänischer Schwingel . .	1	10	20	32	41	48	58	65	68	70	—

Zu diesem Zeitpunkt ist eine Verdopplung der Keimprozente gegenüber der Keimung bei 5° C. eingetreten, besonders kommt die Überlegenheit des Stammes 13 und des amerikanischen Samens in beiden Prüfungen klar zum Ausdruck, während die märkische Herkunft weit hinter dem Durchschnitt zurückbleibt.

Bei der folgenden Untersuchung bei 12° C. genügten die zur Verfügung stehenden 26 Tage mit konstanter Temperatur auch noch nicht, um eine volle Auskeimung zu erzielen.

11—12° C.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	22	26	38
	Tage														
Stamm 11	4	20	41	60	69	74	76	79	79	80	81	82	—	83	—
„ 12	3	20	38	58	67	71	72	75	77	78	79	—	—	—	80
„ 13	2	25	41	61	72	78	83	87	88	90	—	91	92	—	—
Märkischer Schwingel . .	—	7	17	27	35	—	—	54	—	58	—	59	61	62	—
Schlesischer Schwingel .	4	31	50	62	74	—	—	85	—	86	—	86	89	—	—
Amerikanischer Schwingel	2	35	65	78	86	—	—	94	—	—	—	95	—	—	—
Dänischer Schwingel . .	5	32	52	64	71	—	—	83	—	85	—	86	87	—	—

Vergleicht man jedoch den 11. Kontrolltag mit dem gleichen der vorigen Tabelle, so läßt sich die erzielte Keimbeschleunigung deutlich erkennen. Das Verhältnis der Proben zueinander hat sich nicht verschoben.

[1]) WEHSARG, Das Unkraut im Ackerboden, Arbeiten der D. L.-G. Heft 226, Berlin 1912 und Heft 294, Berlin 1918.

Das Maximum der Keimgeschwindigkeit für die vier Herkünfte wird endlich bei 19° C. erreicht, wo schon am 9. Kontrolltage das Mittel der Keimprozente — abgesehen von dem anormalen märkischen Schwingel — bei 94% liegt.

18—19° C.	4	5	6	7	8	9	10	12
Stamm 11	1	47	88	93	94	—	95	96
„ 12	4	75	91	94	95	—	—	—
„ 13	2	77	96	100	—	—	—	—
Märkischer Schwingel . .	5	27	44	55	60	63	—	64
Schlesischer Schwingel .	8	47	75	89	92	94	—	95
Amerikanischer Schwingel	11	69	86	94	—	—	—	95
Dänischer Schwingel . .	6	52	75	86	91	93	—	—

Der Keimprozeß der drei Göttinger Stämme erfährt in der 25°-Stufe noch eine wesentliche Beschleunigung. Er beginnt am 3. Tage mit 9% und hat nach weiteren 5 Tagen 94% erreicht. Höher vermag das Endergebnis nicht zu steigen und deutet somit schon eine kleine Keimschädigung an, die unverkennbar groß bei den Herkünften ist:

24—25° C.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14
	Tagen									
Stamm 11	10	67	87	93	—	94	—	—	—	—
„ 12	9	71	89	94	—	95	—	—	—	—
„ 13	9	64	86	91	—	94	—	—	—	—
Märkischer Schwingel . .	7	30	42	46	48	49	—	—	51	52
Schlesischer Schwingel .	22	64	76	79	—	—	—	—	81	82
Amerikanischer Schwingel	25	75	84	86	87	—	—	—	—	—

Sie beträgt im Mittel 10% gegenüber der Keimung bei 19° C. 33° C. verzögern in allen Fällen die Keimgeschwindigkeit sehr, wofür die Schimmelbildung am Schluß des Versuches mit verantwortlich zu machen ist:

33° C.	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	15	18	21	24
	Tage													
Stamm 11	—	3	10	22	31	45	50	60	70	87	91	93	94	—
„ 12	—	—	11	25	38	53	60	72	77	84	88	92	—	93
„ 13	—	1	20	32	42	57	64	78	84	92	95	—	—	—
Schlesischer Schwingel .	1	4	15	24	34	42	50	57	61	66	68	72	76	77
Amerikanischer Schwingel	—	1	17	31	44	57	65	75	84	90	92	94	—	—
Dänischer Schwingel . .	—	—	5	10	18	24	32	40	46	62	69	76	83	86

Weitere Temperaturerhöhungen würden die Keimkraft immermehr herabdrücken und lassen sie bei 38° C. gänzlich erlöschen. Das Keimungsoptimum schwankt nach meinen Ermittlungen zwischen 18 und 25° C. Für die praktische Kontrolle ist unbedingt die niedere Temperatur zu empfehlen, weil sie eine gleichmäßige Erhaltung der Luftfeuchtigkeit zuläßt und dadurch zu sicheren Ergebnissen führt. KLING[1]) und PICKHOLZ[2]) geben die stärkste Keimenergie bei 20° C. an, während die Untersuchungen von PIEPER[3]) mit drei Proben zu nicht einheitlichen Ergebnissen führen. Die Probe A keimte am besten bei 30° C., die beiden anderen bevorzugten wiederum 20° C.

In den oben angeführten Tabellen ist die Keimkraft der Proben in „Prozentsatz in bestimmter Zeit gekeimter Samen" ausgedrückt. Um die Keimkraft mit der Keimgeschwindigkeit in Beziehung zu bringen, habe ich nach dem Vorschlage von D'IPPOLITA[4]) die „Mittlere Keimgeschwindigkeit" in Tagen der einzelnen Temperaturstufen errechnet:

	4—5°		8—9°		11—12°		18—19°		24—25°		33°	
	Mittlere Keimzeit	%	Mittlere Keimzeit	%	Mittlere Keimzeit	%	Mittlere Keimzeit	%	Mittlere Keimzeit	%	Mittlere Keimzeit	%
Stamm 11	29,5	54	14,1	81	10,1	83	5,70	96	4,30	94	9,2	94
„ 12	26,9	59	13,9	73	10,6	80	5,25	95	4,10	95	8,6	93
„ 13	28,9	82	14,2	88	10,3	92	5,25	100	4,30	94	7,7	95
Märkischer Schwingel	30.8	38	16,2	49	12,2	62	6,10	64	5,00	52	—	—
Schlesischer „	26,8	48	14,3	79	10.1	89	5,70	95	4,24	82	8,8	77
Amerikan. „	27,9	56	13,7	84	9,4	95	5,30	95	3,90	87	7,7	94
Dänischer „	26,8	39	14.0	70	10.2	87	5,70	93	—	—	11,9	86

Ihre Abnahme von 28,2—4,3 bei 25° C. und das langsame Ansteigen auf 9 bei 33° geben ein klares Bild von der Wirkung der Lufttemperatur auf den Keimungsprozeß.

---

[1]) KLING, Dissertation, Gießen 1916.

[2]) PICKHOLZ, Ein Beitrag zur Wirkung des Lichtes usw. Ztschr. f. landw. Vers.-Wesen in Österreich 1911, Heft 2.

[3]) PIEPER, Dissertation, Jena 1909.

[4]) G. D'IPPOLITA, Bestimmung der Keimkraft der Samen auf Grund der mittleren Keimzeit. Staz. sperim. ital. 1913, S. 45.

II. Die Triebkraft-Bestimmung.

Lange Zeit diente die Feststellung der Keimkraft, abgesehen von Reinheit und Echtheit der Saat, als alleiniger Wertmesser für die untersuchten Proben, bis sich gegen die künstlichen Keimmedien immermehr Bedenken geltend machten besonders aus landwirtschaftlichen Kreisen heraus. Der Aufgang der Saaten stand oft in argem Mißverhältnis zu dem im Laboratorium gefundenen Keimergebnis. Der Grund für die verschiedenen Mängel auf dem Felde konnte bei diesen Beobachtungen nicht anormalen Bodenzuständen oder Witterungsverhältnissen zugeschoben werden, sondern mußte im Samen selbst zu suchen sein.

Als eine der Ursachen nennt E. Schaffnit[1]) den Schwächezustand unvollständig, notreifer Körner, die nicht die erforderlichen energetischen Kräfte zur normalen Entwicklung besitzen. Ferner ist der Einfluß des Fusariumbefalles auf das Auflaufen im Feldbestande von großer Bedeutung und konnte durch eine Keimfähigkeitsbestimmung im bisherigen Sinne nicht erfaßt werden. Das Untersuchungsverfahren mußte geändert und den dauernd fortschreitenden Kenntnissen der Keimungsphysiologie angepaßt werden, wie es jetzt in der Hiltnerschen Ziegelgrusmethode[2]) als Maßstab der Triebkraftsenergie zur Anwendung kommt. Als Keimbett dient steriler Ziegelgrus von 2—3 mm Korngröße, der von Anfang an so viel destilliertes Wasser zugesetzt erhält, als für den Versuch notwendig ist. Die Körner werden mit einer 3 bis 4 mm starken Schicht gleichen Materials überdeckt. Nach 14 Tagen ergibt sich die Höhe der Triebkraft aus der Anzahl der emporgeschossenen Keimlinge.

Gegen die Hiltnersche Anordnung ist viel Sturm gelaufen worden. Einmal konnte man sich über das Keimmedium nicht einig werden. Quarzsand in verschiedenen Korngrößen oder Ackererde wurden bevorzugt natürlich mit ständig wechselnden Resultaten, wie ein Versuch von Pieper[3]) beweist.

---

[1]) E. Schaffnitt, Biologische Gesichtspunkte für die Samenprüfung. Journal für Landw. 1913, Heft 1.

[2]) Wittmack, Handbuch der Samenkunde.

[3]) Pieper, Zur Methode der Keimprüfung. Fühlings landw. Ztg. 1913, Heft 18 und 62.

Esparsette, 3 cm tief untergebracht, keimte nach 28 Tagen:

in	Fließpapier	Quarzsand	Sandigem Lehm	Schwerem Lehm	Humuserde
mit	66,5%	47%	25,5%	51,5%	62,5%

Dem Erdkeimbette wurde von OETKEN-Schlanstedt[1]) besonders das Wort geredet. Da der lebende Ackerboden mit einer toten sterilen Masse nicht zu vergleichen ist, sein Gehalt an Mikroorganismen, die vielfachen chemischen Umsetzungen, Temperaturschwankungen, die Wechselwirkung von Quellung und Austrocknung beim Keimungsverlauf eine derartige Rolle spielen, sind nach seiner Meinung Schwächezustände des Saatgutes nur im natürlichen Keimbette einwandfrei festzustellen.

Die große Verschiedenheit unserer Böden läßt mit Rücksicht auf die Fehlerquellen eine Verallgemeinerung dieser Methode nicht zu. Der Ziegelgrus muß für die Samenkontrolle das maßgebende Keimbett bleiben. Außerdem haben die Versuchs-Stationen stets betont, daß ihre Ergebnisse im Keimschrank für den Aufgang auf dem Felde nicht maßgebend sein können. Es soll und kann nur gezeigt werden, wie sich die Keimfähigkeit einer Saatprobe unter günstigsten Bedingungen gestaltet und welcher Prozentsatz entwicklungsfähig ist.

Weil die Triebfähigkeitsprüfung aus oben angeführten Gründen eine schärfere als die Keimkraftsbestimmung ist, wollte man sie als völligen Ersatz der letzteren einführen. Diesem Bestreben stellten sich technische Schwierigkeiten in den Weg. Die Kontroll-Stationen würden durch die Mehrarbeit überlastet werden, denn die Versuchsanstellung ist nicht ganz einfach und erfordert Wiederholung, wenn durch Krustenbildung oder durch Emporheben ganzer Deckschichten durch die wachsenden Keimlinge das Resultat unsicher geworden ist. PIEPER will daher die Triebkraftsbestimmung nur als Ergänzung der gewöhnlichen Keimprüfung gelten lassen und zwar für Proben, deren geschwächte Konstitution auf den Keimschalen nicht mit Sicherheit erkannt werden konnte, während es bei einiger Beobachtung und Erfahrung in den meisten Fällen möglich ist.

NOBBES „Handbuch der Samenkunde" bringt zwei Triebkraftsversuche mit Wiesenschwingelsamen, bei denen als Deckmaterial

[1]) OETKEN, Zur Frage der Keimkraftsbestimmung in natürlichen Keimbetten. Fühlings landw. Ztg. 1914, S. 167.

weißer Sand und feingesiebte Erde verwendet wurden. Es waren von je 100 Samen aus den betreffenden Bodentiefen aufgegangen:

Tiefe in cm:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gesiebte Erde	60	71	71	40	48	42	35	25	29	21	19	6
Weißer Sand	71	50	46	63	63	50	33	33	42	21	21	4

Bei der Ziegelgrusmethode bleiben die Keimergebnisse weit hinter diesen Angaben zurück. Die Versuche wurden mit Stamm 12 in gestaffelter Tiefenlage von 0,5—3,0 cm zu je 3 Kontrollen je 100 Korn durchgeführt. Als Gefäße dienten Blumentöpfe, die bei Zimmertemperatur aufgestellt waren und deren Wasserverdunstung durch tägliche Wägungen ersetzt wurde:

Tiefenlage	12	13	14	15	16	18	19	20	22	24	27
	Tage										
0,5 cm . .	42	72	77	79	83	84	87	88	—	—	—
1 cm . . .	—	8	45	78	86	—	87	89	92	—	—
2 „ . . .	—	—	—	—	—	3	6	10	20	29	36
3 „ . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	2	4	5

Die Samen unter 0,5 und 1 cm starker Schicht bringen fast sämtliche Blattkeime an die Oberfläche, dagegen schädigt eine Bedeckung von 2 und 3 cm die Triebkraft schon beträchtlich, erstickt sie bei 4 cm. Ich wiederholte die Versuche im Keimschrank bei 18° C. unter günstigsten Feuchtigkeitsverhältnissen. An die Stelle der Blumentöpfe traten rechteckige Zinkgefäße mit siebartig durchlöchertem Boden, um eine gute Durchlüftung zu bewirken. Die Triebkraft war unter diesen besseren Umständen sehr viel höher, in Tiefen von 4 und 5 cm versagte sie aber auch hier:

Tiefenlage	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Tage										
0,5 cm . .	51	91	97	—	—	—	—	—	—	—	—
1 cm . . .	—	53	87	93	95	—	—	—	—	—	—
2 „ . . .	—	—	—	30	46	58	—	69	—	—	—
3 „ . . .	—	—	—	—	3	9	35	—	—	43	47

Für die praktische Kontrolle würde danach die 2 cm tiefe Unterbringung der Samen am günstigsten sein. Ich habe mich trotzdem bei meinen späteren Versuchen für 3 cm entschieden, weil das lästige Emporheben ganzer Deckenstücke erfolgreicher als bei 2 cm vermieden wird.

III. Die Wechseltemperatur.

Wenn nach den bisher angestellten Versuchen ein Keimungsoptimum bei 19° C. gefunden zu sein scheint, so gibt es doch noch Reizwirkungen, welche die normale Keimkraft erhöhen oder den Keimungsverlauf beschleunigen können. Angeregt durch die Arbeit von ZADE[1]) über das Knaulgras, aus der hervorgeht, daß einzelne seiner Zuchtstämme zur normalen Keimung unbedingt Wechseltemperaturen ausgesetzt werden müssen, prüfte ich das Verhalten des Wiesenschwingel-Samens zu dieser Tatsache. Wie notwendig bei verschiedenen Pflanzen einmal ein Sinken, ein andermal ein Steigen der Temperatur, für die Keimung ist, zeigen auch die Versuche WEHSARGS mit dem Feldpfennigkraut und viele Untersuchungen mit Unkraut- und Grassämereien. Sie erklären die Bedeutung der wechselnden Temperatur bei Tage und bei Nacht für die im Freien keimenden Pflanzen.

ZADE will die Reaktion der Körner auf Temperaturschwankungen in Zusammenhang mit der Enzymwirkung bei der Keimung bringen. Ältere Autoren wie EIDAM erblicken die Ursache dieses Anreizes in der mechanischen Lockerung und Lossprengung der Samenschalen und einer damit ungehinderten Wasserzufuhr in das Innere des Samens. Eine weitere Erklärung von VAÑHA[2]) legt das Hauptgewicht auf den gesteigerten Stoffwechsel, welcher durch den Wärmeunterschied zwischen den Gasen im Innern des Kornes und seiner Luftumhüllung ausgelöst wird. Eine kräftige Atmung wird bei der reichlichen Sauerstoffzufuhr die Folge sein und größere Mengen an Reservestoffen löslich machen. Sobald die Temperatur wieder sinkt, schließt v. LIEBENBERG[3]), nimmt auch die Atmung ab, jedoch werden noch überschüssige bewegliche Stoffe vorhanden sein, die nun den Keimling in Regung bringen oder sein Wachstum beschleunigen.

Gegen all diese Hypothesen ist der Einwand zu machen, daß sie teils das verschiedene Verhalten einzelner Samengattungen zur Wechseltemperatur, teils die ungünstige Wirkung einer umgekehrten Intermission, d. h. einer zeitweiligen Abkühlung von 30° auf 20° C., nicht erklären können.

---

[1]) ZADE, Das Knaulgras, Arbeiten der D. L.-G., Heft 305, Berlin 1920.
[2]) VAÑHA, Die Keimung von Samen. Der Landwirt 1885, Nr. 36.
[3]) v. LIEBENBERG, Botanisches Centralblatt 1884, Bd. XVIII, S. 21.

Eidam und Kling empfehlen die Anwendung von Wechseltemperaturen zur Keimung des Schwingels, dagegen konnten Pieper und Pickholz keine fördernde Wirkung durch solche erzielen. Eine Probe erlitt sogar merkliche Schädigungen gegenüber konstanten Wärmegraden.

Die hohen Keimergebnisse meiner Untersuchungen bei 18 und 25° C. zeigen deutlich, daß die Wechseltemperatur für Festuca pratensis keine „Lebensnotwendigkeit" sein kann, sondern nur eine Erhöhung der Keimbeschleunigung erwarten läßt. Anders mag die Wirkung für frisch geernteten Samen ausfallen, der zur Überwindung der Keimruhe vielleicht eines solchen Anreizes bedarf.

Der nachstehende Versuch soll ermitteln, wieviel Stunden 7 Monate alter Samen täglich der erhöhten Temperatur von 30° ausgesetzt werden muß, um die schnellste Auskeimung zu erzielen:

	Tage	5	10	15	17	20	25	30	35
Ständig bei 18° C.	Stamm 11	39	98	—	—	—	—	—	—
	„ 12	51	99	—	100	—	—	—	—
	„ 13	56	93	—	94	—	—	—	—
Ständig bei 30° C.	„ 11	6	26	38	40	43	57	76	86
	„ 12	15	51	73	75	79	88	92	94
	„ 13	25	62	73	—	75	87	95	97
1 stündige Wechseltemperatur	„ 11	62	96	—	97	—	—	—	—
	„ 12	62	93	—	—	—	—	—	—
	„ 13	66	95	97	—	—	—	—	—
2 stündige Wechseltemperatur	„ 11	52	95	—	—	—	—	—	—
	„ 12	62	93	94	—	—	—	—	—
	„ 13	52	97	98	—	—	—	—	—
3 stündige Wechseltemperatur	„ 11	81	93	94	—	—	—	—	—
	„ 12	86	97	—	—	—	—	—	—
	„ 13	84	94	95	—	—	—	—	—
4 stündige Wechseltemperatur	„ 11	85	96	97	—	—	—	—	—
	„ 12	82	98	—	—	—	—	—	—
	„ 13	83	98	—	—	—	—	—	—
5 stündige Wechseltemperatur	„ 11	86	98	—	—	—	—	—	—
	„ 12	90	98	—	—	—	—	—	—
	„ 13	85	98	—	—	—	—	—	—
6 stündige Wechseltemperatur	„ 11	76	96	—	—	—	—	—	—
	„ 12	73	99	—	—	—	—	—	—
	„ 13	73	96	—	—	—	—	—	—

Alle der Wechseltemperatur unterworfenen Schalen haben gegenüber der „ständig bei 18° C." Stufe am 5. Tage eine wesentliche Keimbeschleunigung erfahren, die im Optimum 43% beträgt. Sie wächst von der 1stündigen zur 6stündigen Intermission langsam an, was durch Versagen je einer Kontrolle im 2. und 3. Falle etwas verwischt wird. Der 10. Tag bringt einen völligen Ausgleich sämtlicher Abstufungen, auch die konstante 18° Periode vermag zu diesem Zeitpunkt voll auszukeimen, während sich die ständige Einwirkung der hohen Wärme von 30° C. wieder als hemmend erweist.

Es lag nahe, auch ältere Jahrgänge und frisch geernteten Samen in den Kreis der Beobachtungen hineinzuziehen. Ich konnte aus den Göttinger Zuchten Ernten aller drei Stämme von 1921, 22 und 23 zusammenstellen, die jeweils einer Pflanze entstammen, so daß erbliche Unterschiede in der Reaktionsfähigkeit ausgeschaltet waren:

			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	18	20
			Tage												
Stamm 11	1921	Ständig 18° C. . . .	—	—	—	2	9	21	28	35	39	43	—	46	—
		6stündige Wechseltemp.	—	—	1	9	17	23	30	37	39	41	43	44	—
	1922	Ständig 18° C. . . .	—	—	3	15	54	77	89	93	94	95	—	96	—
		6stündige Wechseltemp.	—	1	11	40	75	90	94	95	—	—	—	—	—
	1923	Ständig 18° C. . . .	—	1	47	88	93	94	—	95	—	96	—	—	—
		6stündige Wechseltemp.	2	11	36	78	88	96	97	—	—	98	—	—	—
Stamm 12	1921	Ständig 18° C. . . .	—	—	—	11	27	38	45	52	55	56	57	—	—
		6stündige Wechseltemp.	—	—	2	22	42	49	54	58	60	—	—	—	61
	1922	Ständig 18° C. . . .	—	—	2	37	72	85	88	91	—	—	—	—	92
		6stündige Wechseltemp.	—	3	15	47	73	81	83	—	84	—	—	—	—
	1923	Ständig 18° C. . . .	—	4	75	91	94	96	—	—	—	—	—	—	—
		6stündige Wechseltemp.	3	61	78	94	95	96	97	—	—	—	—	98	—
Stamm 13	1921	Ständig 18° C. . . .	—	—	—	5	22	35	40	44	45	46	49	50	51
		6stündige Wechseltemp.	—	—	1	17	33	42	47	50	51	—	—	—	52
	1922	Ständig 18° C. . . .	—	—	1	23	62	82	88	93	95	—	—	—	—
		6stündige Wechseltemp.	—	2	10	45	85	96	98	—	—	—	—	—	—
	1923	Ständig 18° C. . . .	—	2	77	96	100	—	—	—	—	—	—	—	—
		6stündige Wechseltemp.	1	58	78	98	99	100	—	—	—	—	—	—	—

Die Reizwirkung des Temperaturstoßes ist für alten Samen zweifellos vorhanden, wenn auch in abgeschwächterem Maße als

bei den jüngeren Ernteproben. Gleichzeitig geben die Zahlen ein gutes Bild von der Keimkraft der einzelnen Jahrgänge. 1921 beginnt am 6., bei Wechseltemperatur schon am 5. Tage die ersten Blattkeime zu strecken und weist am Schluß des Versuches durchschnittlich 50% auf. Der Keimungsanfang der Ernten 1922 und 23 verkürzt sich jeweils um einen Tag, wobei innerhalb des Jahrganges die 6stündige Erhöhung auf 30° C. sich ihren Vorsprung bewahrt. Nennenswerte Unterschiede der Stämme sind nicht vorhanden, ihre Keimkraft schwankt zwischen 90 bis 100%. — Nach Nobbe keimte zweijähriger Samen mit 26% dreijähriger nur noch mit 9% aus.

Die Wirkung der Wechseltemperatur auf die Herkünfte ist annähernd die gleiche wie bei den Göttinger Stämmen:

		3	4	5	6	7	8	9	11	12	14
		Tage									
Märkischer Wiesenschwingel	Ständig 18° C. . . .	—	5	27	44	55	60	63	64	—	65
	6stündige Wechseltemp.	—	8	41	55	60	63	66	68	69	75
Schlesischer Wiesenschwingel	Ständig 18° C. . . .	1	8	47	75	89	92	94	95	—	—
	6stündige Wechseltemp.	2	20	68	87	93	94	—	—	—	95
Amerikanischer Wiesenschwingel	Ständig 18° C. . . .	1	11	69	86	94	—	—	—	95	—
	6stündige Wechseltemp.	4	33	74	92	93	94	95	96	—	—
Dänischer Wiesenschwingel	Ständig 18° C. . . .	—	6	52	75	86	91	93	—	—	—
	6stündige Wechseltemp.	7	39	76	86	89	90	—	—	—	91

Neben einer anfänglichen Keimbeschleunigung aller Proben durch die 6stündige Intermission ist bei dem märkischen Samen eine um 10% gesteigerte Keimkraft unverkennbar, vielleicht deuten auch die Zahlen des Stammes 13 auf den gleichen Einfluß der Wechseltemperatur hin. Von einer großen Reizwirkung kann jedoch in allen Fällen keine Rede sein; hierfür geeignetes Material fand sich erst in dem frisch geernteten Samen 1924, dessen Keimbedingungen an dieser Stelle zusammenhängend besprochen werden mögen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß junger Samen mancher Kulturgewächse nach der Aussaat lange Zeit im Boden oder einem anderen Keimbette ruht, bevor er aufläuft. Besonders sind die Baumsamen mit wenigen Ausnahmen durch diese verzögernde

Keimentwicklung charakterisiert, so überliegen z. B. die Saatkörner der Eibe, Esche, Kirsche und des Weißdorns regelmäßig eine bis zwei Vegetationsperioden.[1]) Untersuchungen von MAERKER, DERLITZKI u. a. stellen dieselben Verhältnisse für frisch geerntetes Getreide fest, namentlich keimt Gerste anfänglich sehr schlecht, von Monat zu Monat aber besser. Man spricht daher von Samenreife und Keim- oder physiologischer Reife.[2]) Über die Ursachen einer so ungleichen Samenruhe ist vielfach gestritten, aber noch kein abschließendes Urteil gefunden worden. Ich greife auf die Arbeit von Prof. GASSNER zurück, der in Heft 12 der Mitteilungen der D. L.-G. „über die Bedeutung des Nachreifezustandes für den Keimungsverlauf von Getreidesamen" ausführt:

„Die Gesamtheit aller Vorgänge, welche das Keimverhalten geernteter Samen allmählich verändern, fassen wir unter dem Namen der Nachreifevorgänge zusammen, ohne vorläufig sagen zu können, in welcher Weise die Vorgänge kausal zu erklären sind. Die Nachreifevorgänge stellen die Fortsetzung bestimmter Prozesse dar, die während des Reifens der Samen in der Mutterpflanze bereits beginnen und ihr Ende erst in dem Erreichen der völligen Nachreife finden. Bei vielen Samen liegen die Dinge so, daß erst mit dem Eintreten einer gewissen Nachreife völliges Keimvermögen erzielt wird; bei anderen Samen machen sich die Nachreifevorgänge in der Richtung bemerkbar, daß auch frisch geerntete Samen voll keimen, daß die Keimungsbedingungen der Samen aber andere sind als diejenigen nachgereifter." Die Versuche mit Sommerweizen ergeben nämlich, daß beim frisch geernteten Saatgut gegenüber nachgereiftem eine Verschiebung der optimalen Keimtemperatur von 24 auf 12° C. eintritt, eine Tatsache, auf die schon die technischen Vorschriften im besonderen Teil für Getreideuntersuchung hinweisen.

Hinsichtlich der Frage, nach welcher Zeit frisch geernteter Samen seine normale Keimkraft erlangt, ist die Erntewitterung wichtig, wie auch eine etwaige Periode der Trockenheit während des Reifeprozesses. Mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt der geernteten Frucht verzögern sich die Nachreifevorgänge. Deshalb erzeugt warmes trockenes Wetter ein Saatgut von ungleich höherer

[1]) NOBBE, Handbuch der Samenkunde S. 352.
[2]) WITTMACK, Landwirtschaftl. Samenkunde S. 88.

Aufgangsenergie, als sie Samen aufweisen, die unter niederen Temperaturen und ungünstigeren Witterungsverhältnissen zur Reife gekommen sind. Es wird angenommen, daß beregnetes Getreide eine zehnmal höhere Atmung aufweist als trockenes, so daß ins Innere solch feuchter Körner nicht genügend Sauerstoff eintreten kann, um die Enzymogene wirksam zu machen und die Keimung auszulösen. Auch das Reifestadium, in dem das Getreide geschnitten ist, spielt nach den Angaben von Eberhart[1]) für die Nachreifevorgänge eine Rolle. „Ein in der Totreife geernteter Roggen zeigte sofort nach der Ernte Keimziffern, die derselbe Roggen in Milchreife geerntet erst nach Lagerung von 40 Tagen ergab."

Meine Beobachtungen bei Festuca decken sich nur teilweise mit den bei Getreide erzielten Versuchsergebnissen. Ich erntete den Samen eines Horstes in zwei Hälften, die eine am 1. Juli grün- bis gelbreif, die andere am 8. Juli in Vollreife. Während dieser Zeit war das Wetter trocken und heiß, so daß die Nachtrocknung der geschnittenen Halme auf dem Boden sehr begünstigt wurde. Die ersten Versuche begannen am 10. Juli, jede Reihe mit 4×100 Samen:

		Tage												
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	18	21	29
Grünreif	Ständig 18° C.	—	—	1	1	11	45	71	78	81	83	85	—	86
	6stündige Wechseltemperatur	—	1	38	74	96	98	—	—	—	—	—	—	—
Vollreif	Ständig 12° C.	—	—	—	4	12	25	30	—	32	—	—	—	—
	„ 18° „	—	9	19	21	33	60	82	90	92	94	—	95	—
	„ 25° „	1	31	56	84	91	93	94	—	—	—	—	—	—
	„ 30° „	2	6	22	46	70	82	86	91	93	95	96	97	—
	2 stündige Wechseltemperatur	41	76	89	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4 „ „	16	67	91	96	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6 „ „	14	55	75	92	95	—	—	—	—	—	—	—	—

In allen konstant gehaltenen Temperaturlagen macht sich ohne Unterschied ein schleppender Gang des Keimungsverlaufes

[1]) Eberhart, Untersuchungen über das Vorquellen der Samen. Fühlings landw. Ztg. 1907, Heft 5.

bemerkbar, der seine Ursache in der Überwindung der Samenruhe findet. Bei 12° zeigt sich eine beträchtliche Keimkraftverminderung von 60%, erst bei 18° C. ist die Keimfähigkeit normal. Das Keimungsoptimum für den frischen Samen liegt bei 25° C., schon bei 30° C. ist seine Grenze überschritten. Die Keimgeschwindigkeit erreicht ihren Höhepunkt bei Wechseltemperaturen. Schon ein zweistündiger Anstoß läßt am 6. Tage 76 Keimlinge erscheinen. Auch die Keimkraft des grünreifen Samens steigt durch Wirkung der Wechseltemperatur um 12%. Der Unterschied zwischen den Reifestadien prägt sich deutlich in Keimungsbeginn und -geschwindigkeit aus und bestätigt die Überlegenheit vollausgereifter Saat.

IV. Das Licht.

Eine Abhängigkeit der Keimung vom Licht ist für Festuca pratensis bisher nicht nachgewiesen. Von um so größerem Interesse scheint die Feststellung zu sein, ob den Lichtstrahlen neben einer keimauslösenden eine keimfördernde Kraft innewohnt. Das Problem der Lichtwirkung ist sehr verwickelt, woraus sich die widersprechenden Ansichten verschiedener Forscher erklären. Während die einen wie WAGNER und STEBLER das Licht für absolut notwendig erachten, bestreiten dies NOBBE und andere. v. LIEBENBERG[1]) konnte den Nachweis führen, daß die Wirkung der Wärmstrahlen des Lichtes für den Keimanreiz verantwortlich zu machen ist; der Widerspruch der extremen Ansichten scheint somit beseitigt zu sein, doch hat PICKHOLZ[2]), ein Schüler v. LIEBENBERGS, bei Untersuchungen mit Poa pratensis neben einer vorwiegenden Wärmewirkung eine geringe Lichtwirkung zu verzeichnen.

Die vielen neueren Forschungen lassen über den entschiedenen Einfluß der Lichtstrahlen auf die frühesten Stadien der Samenkeimung keinen Zweifel mehr aufkommen. So spricht man von Lichtkeimern, zu denen besonders die feinen Grasarten gehören, und von Dunkelkeimern, welche durch die Wärme-Lichtstrahlen-

[1]) v. LIEBENBERG, Über den Einfluß von intermitt. Erwärmung auf die Keimung von Grassamen.

[2]) PICKHOLZ, Ein Beitrag zur Wirkung des Lichtes usw. Zeitschr. für landw. Versuchswesen in Österreich 1911, Heft 2.

wirkung eine Schädigung der proteolytischen Enzyme erfahren. Indifferent verhalten sich viele größere Samen wie Mais, Gerste und andere. Mit dieser Erkenntnis ist man dem Grundproblem in vieler Hinsicht näher gekommen; doch seine endgültige Lösung muß noch gefunden werden.

Die Untersuchungen Lehmanns[1]) führen zu dem Ergebnis, daß das Licht katalytisch durch Abbau der Eiweistoffe die Keimung lichtempfindlicher Samen beeinflußt, in ähnlicher Weise wie proteolytische Enzyme (Trypsin) und Säuren durch Mobilisierung der Reservestoffe beschleunigend wirken können. Kinzel will den Lichteffekt mit einer Erhöhung der intramolekularen Atmung[2]) in Zusammenhang bringen, die wahrscheinlich anfangs eine Enzymlähmung hervorruft, um dann verstärkte Lebensenergie zu spenden. Im Gegensatz zu diesen Forschern glauben Gassner[3]) und Hesse nicht an eine Veränderung des inneren Samenkorns durch das Licht, sondern legen das Schwergewicht allein auf die Beeinflussung der äußeren Samenschalen. In diesen soll sich bei den Lichtkeimern unter bestimmten Bedingungen ein Hemmungsprinzip ausbilden, das entweder durch Licht oder durch Anwendung bestimmter chemischer Stoffe beseitigt wird. Die Lichtwirkung ist nach Gassners Auffassung als „Hemmung einer Hemmung" anzusehen. Sie setzt schon während der Periode des Quellens ein, nicht erst beim eigentlichen Keimprozeß; dies scheint darauf hinzudeuten, daß der Einfluß des Lichtes nur ein anregender, nicht ein dauernd wirkender ist.

Zwei Ansichten prallen aufeinander, von denen jede auf exakte Versuche gestützt ist. Man darf wohl annehmen, daß beide Vorgänge der Keimauslösung sich nicht ausschließen, daß durch Beeinflussung der äußeren Zellschichten eine erhöhte Sauerstoffzufuhr ins Innere der Samen erfolgt und die Reservestoffe zur Wachstumsarbeit vorbereitet. Je nach Beschaffenheit der einzelnen Samengattung wird einmal dieser, ein andermal jener Effekt das Übergewicht erlangen; sicherlich ergeben sich

---

[1]) Lehmann, Über katalytische Lichtwirkung bei der Samenkeimung. Biochem. Zeitschr. 1913, 50.

[2]) Kinzel, Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart 1920.

[3]) Gassner, Beiträge zur Lichtkeimung. Zeitschr. für Botanik 1915, S. 609—661.

innerhalb der Herkünfte einer Spezies schon Unterschiede, so daß eine klare Übersicht der Verhältnisse kaum zu schaffen ist.

Meine Versuche beschäftigen sich nicht mit dem Wesen der Lichtwirkung an sich, sondern geben nur ein Bild von ihrem Einfluß auf verschiedene Herkünfte und Jahrgänge von Festuca pratensis:

Am 17. Juli bei 18° C.		5	6	7	8	9	10	11	13	15	18	21	24	27
		Tage												
Ernte 1924 grünreif	Lichtkeimung	1	8	27	49	63	67	73	75	77	79	81	82	84
	Dunkelkeimung	—	—	3	8	13	15	17	20	21	22	23	24	—
Ernte 1924 vollreif	Lichtkeimung	14	43	57	69	75	80	82	86	—	88	89	90	91
	Dunkelkeimung	4	13	29	40	46	49	52	57	59	60	61	63	—
Ernte 1923 Märkisch. Samen	Lichtkeimung	26	43	52	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Dunkelkeimung	37	50	58	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernte 1923 Amerikan. Samen	Lichtkeimung	62	84	89	91	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Dunkelkeimung	75	84	89	92	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernte 1923 Stamm 12	Lichtkeimung	45	82	92	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Dunkelkeimung	56	83	92	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernte 1922 Stamm 12	Lichtkeimung	—	2	17	45	74	—	88	92	—	—	—	—	—
	Dunkelkeimung	—	3	26	64	82	—	89	92	94	—	—	—	—

Die Zahlen der Tabelle lassen beim frisch geernteten Samen eine starke Keimbeschleunigung und gesteigerte Keimkraft der belichteten Versuchsreihen erkennen, die mit dem Reifestadium bei der Ernte ohne Zweifel in Zusammenhang stehen. Mit fortschreitender Keimreife und Samenreife nimmt der günstige Einfluß des Lichtes ab, so daß der Jahrgang 1923 schon einer Keimungshemmung unterliegt. Die kräftigen Proben, Stamm 12 und amerikanische Herkunft, überwinden sie in kurzer Zeit, während die märkische Saat geschwächt aus dem Kampfe mit den Lichtstrahlen hervorgeht. Der Rückschlag ist beim Jahrgang 1922 noch stärker. Sein Verhalten zum Licht steht in Widerspruch zu vielfachen Erfahrungen KINZELS mit altem Samen, die hier angeführt seien: „Das höhere Sauerstoffbedürfnis des gealterten Samens läßt es verstehn, warum die chemisch wirksameren Strahlen des Lichtes — die blaue Spektrumhälfte — auf gealterte Samen so günstig wirkten, während sie bei normal

nachgereiften derselben Arten die Keimung entweder stark schädigten oder ganz verhinderten."

Die Art meiner Versuchsanstellung (allgemeiner Teil Seite 238) läßt nicht den Zweifel aufkommen, daß Wärmestrahlen die Ergebnisse beeinträchtigt haben. Die intermittierende Wärmewirkung des Lichtes hätte dann auch den alten Samen begünstigen müssen, wie in dem Abschnitt über Wechseltemperatur nachgewiesen wurde.

V. Der Frost.

In engem Zusammenhang mit der Lichtwirkung steht für viele Pflanzen der Frost als notwendiger Keimfaktor. Erst in neuerer Zeit ist bekannt geworden, daß Samen besonders nordischer und alpiner Gewächse, aber auch vieler Unkrautsamen und Pilze den Winterfrost durchmachen müssen, um zur normalen Keimung zu kommen. Neben den Arbeiten von Rostrup und Dorph-Petersen, Nobbe und Hänlein, Jensen, Lehmann, Wehsarg sind die Untersuchungen Kinzels auf diesem Gebiete besonders wichtig. Sie führen zu dem Ergebnis, daß der Frost als „der das Leben zunächst hemmende Teil der Keimungsbeeinflussung" aufzufassen ist. Er beseitigt zwar das Keimungshindernis und macht reichliche Mengen von Nährstoffen für den Embryo frei durch Umwandlung von Stärke in Zucker,[1]) vermag jedoch die Keimung im Verlauf nicht zu beschleunigen. Je mehr anfänglich die natürliche Entwicklung zurückgehalten wird, um so mehr steigert sich die spätere Lebensenergie. Die notwendige Einwirkungsdauer des Frostes ist für die einzelnen Samenarten sehr verschieden. Einige bedürfen zur normalen Keimung mehrerer Winterperioden hintereinander, andere verlangen kurze Kältestöße bis — 10° und mehr oder bevorzugen eine längere Periode schroffen Wechsels zwischen Frost- und Tauwetter. Beim Roggen genügen schon Temperaturen von + 2—5° C. um ein üppigeres Wachstum anzuregen, bei Enzianarten z. B. aber nur dann, wenn die Saaten vorher in trockenem Zustande längere Zeit dem Froste ausgesetzt gewesen waren.

Die verschiedenen auf die Keimung wirkenden Kräfte physikalischer und chemischer Natur, wie Quellung, Wärme, Frost und

[1]) Fred. v. Coville, Einfluß der Kälte als Reizmittel für das Wachstum der Pflanze. Chem. Centralblatt 1921, III.

Licht von einander zu trennen ist schwierig, und man kann nicht ohne weiteres annehmen, daß sie sich in allen Fällen vertreten können. Bei manchen Samen alpiner Gewächse konnte KINZEL die Wirkung des Lichtes durch die des Frostes bis zu einem gewissen Grade ersetzen. Oder wenn umgekehrt die Frostperiode nicht von genügend langer Dauer war, so erwies sich eine anhaltende Belichtung als notwendig, um die vollständige Keimung zu ermöglichen. Diese Tatsachen geben zu dem Schluß Berechtigung, daß Frost und Licht verwandte Faktoren sein müssen.

Bei meinen Untersuchungen wurden drei Versuchsreihen gegenübergestellt, welche die Göttinger Stämme gleichmäßig durchlaufen.

1. Samen bei konstant 18° C.
2. Samen bei Zimmertemperatur zwei Tage vorgequollen, dann 15 Tage Frost und schließlich Auskeimung unter normalen Bedingungen im Schrank (18° C.).
3. Samen 6 Tage Trockenfrost, danach ständig bei 18° C. im Schrank.

Die Frosttemperaturen schwankten zwischen —1 und —6° C.

		4	5	6	7	8	9	10	12	14
		Tage								
Stamm 11	Ständig bei 18° C.	2	44	77	89	92	93	—	—	—
	Vorkeimung: 15 Frosttage: 18° C.	39	68	72	80	86	89	91	92	94
	6 Tage Trockenfrost: 18° C.	7	50	83	90	93	96	—	—	—
Stamm 12	Ständig bei 18° C.	3	47	87	91	95	96	—	—	—
	Vorkeimung: 15 Frosttage: 18° C.	45	72	77	82	88	91	92	93	—
	6 Trockenfrost: 18° C.	4	44	82	89	92	93	—	94	—
Stamm 13	Ständig bei 18° C.	1	28	69	89	94	—	95	—	—
	Vorkeimung: 15 Frosttage: 18° C.	49	78	88	89	91	93	94	—	—
	6 Tage Trockenfrost: 18° C.	1	34	77	91	93	—	96	97	—

Der Trockenfrost hat in zwei Fällen nämlich bei Stamm 11 und 13 eine leichte Keimbeschleunigung erzielt und das Endergebnis um einige Prozente gegenüber der konstanten Temperatur von 18° C. erhöht. Viel günstiger erweist sich der Einfluß der tiefen Temperatur bei dem vorgequollenen Samen, doch läßt sich bei der Art der Versuchsanordnung nicht entscheiden, ob und in wieweit dieser Vorsprung auf Konto der Vorquellung zu

schreiben ist. Der Anreiz behält seine Wirkung nur bis zum 6. und 7. Tage nach dem Einsetzen in den Keimschrank, das für alle Keimschalen gleichzeitig erfolgte. Dann gewinnen die bei Trockenfrost behandelten Samen einen Vorsprung, was auch bei Berücksichtigung der Fehlergrenzen auf eine gesteigerte Keimkraft hinzudeuten scheint. Nur bei Stamm 12 gibt der unbehandelte Samen die besten Ergebnisse, so daß das erhaltene Bild nicht ganz klar ist.

VI. Stimulationen.

Bei den Versuchen mit Wechseltemperatur, Licht und Frost ist hin und wieder von einer Reizwirkung dieser Faktoren auf den Keim gesprochen worden. Nach Ansicht vieler Forscher handelt es sich nicht um eine solche, sondern um eine Naturnotwendigkeit, die manche unserer wildwachsenden Pflanzen und Kulturgewächse nicht entbehren können.

Eine im engeren Sinn gefaßte Reizwirkung liegt dagegen bei vielen chemischen Stoffen vor, wenn sie durch Veränderungen des Plasmas oder der Nährsubstanzen ein schnelleres Wachstum auslösen. Den Pflanzenphysiologen ist seit langer Zeit bekannt, daß gewisse Agentien, die in größerer Menge verwendet, für die Pflanzen schädlich sind und giftig wirken, die Pflanzen und niederen Organismen zu erhöhter Lebenstätigkeit anregen, wenn sie in kleinen Mengen verabfolgt werden. Man nannte diese Stoffe „stimulierend wirkend“ oder katalytische Dünger.[1]) Sie wurden in verschiedenen Gaben dem Boden beigemengt, hauptsächlich Verbindungen von Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium, Kupfer, Silber, Gold, Kalzium, Mangan, Magnesium, Zink, Cadmium, Quecksilber, Bor, Aluminium, Blei, Arsen, Wismut, Schwefel, Tellur, Chrom, Wolfram, Uran, Radium, Eisen, Kobald, Nickel, Palladium, Platin.[2]) Die Reizwirkung schien den Hydroxyl- und Wasserstoffionen am stärksten innezuwohnen, doch übten auch die Kationen einen spezifischen Einfluß aus.[3]) Die Wachstums-

[1]) Stutzer, Die Wirkung von Reizstoffen auf den Ernteertrag. Arbeiten der D. L.-G., Heft 258.

[2]) Behn, Beiträge zur Kenntnis von Reizstoffen. Zeitschr. f. angew. Botanik, Bd. VI, Heft 2.

[3]) Plata, Untersuchungen best. Nitrate auf d. Reimungsperiode von Avena sativa. Chem. Centralblatt 1914, Heft 1.

förderung war in den meisten Fällen so gering oder unsicher, daß die Forschung für eine praktische Anwendung im Pflanzenbau nicht nutzbar gemacht werden konnte.

In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, die Reizstoffe, statt sie in den Boden einzubringen, zur Behandlung der auszusäenden Samen zu verwenden. Bahnbrechend auf diesem Gebiete sind die zahlreichen Untersuchungen Prof. POPOFFS, dessen Verdienst es ist, Klarheit in den Gang der Dinge gebracht zu haben. Auf Grund der Forschungen EHRLICHS über die Zusammensetzung und den Bau der Eiweißkörper wurde POPOFF zu der Annahme geführt, daß alle stimulierenden Agentien eine starke Affinität zum Sauerstoff haben müssen. Befindet sich nämlich das Eiweißmolekül und damit die ganze Zelltätigkeit im Zustand der Ruhe, so sind die um den Leistungskern angeordneten Seitenketten mit Sauerstoff gesättigt (nach EHRLICH). Durch Kontakt eines reduzierenden Stoffes mit den äußeren „Atmungsketten" wird ein Entzug von Sauerstoff bewirkt und damit der Sauerstoffansatz gesteigert. Ist jedoch die Reaktion des stimulierenden Mittels zu stark durch übermäßige Konzentration oder lange Einwirkungsdauer, dann tritt Atemnot, Narkose oder Tod ein, weil die Oxydationsprozesse im Innern des Moleküls den äußeren Entzug des Sauerstoffs nicht rasch genug ersetzen können.

In das Gesamtgebiet der Zellstimulation sind die Vorgänge der künstlichen Parthenogenese (Zellteilungsvorgänge im unbefruchteten Ei), das Frühtreiben von Knospen und Pflanzenteilen durch Injektionen und die Stimulierungswundbehandlung als wichtige Vorläufer der Saatgutstimulation einzuordnen. Analog ihrer Wirkungsweise will POPOFF die anscheinend so auseinanderstrebenden Einflüsse der Licht-, Temperatur- und mechanischen Reizung angesehen wissen. Er glaubt, all diese Erscheinungen unter dem „Gesichtspunkt einer primären Desoxydationswirkung" zusammenfassen zu können, und erklärt ihre Überreizungen und Ermüdungen mit einer Erstickung des lebenden Moleküls durch Sauerstoffmangel. Daß die Verhältnisse nicht ganz so einfach liegen und oft entgegengesetzte Versuchsergebnisse sich nicht erklären lassen, wurde bei der Abhandlung der Licht- und Temperaturwirkung nachgewiesen. Dennoch kann man sich den klaren Gedankengängen POPOFFS nicht verschließen und ist geneigt anzunehmen, daß immer mehrere Faktoren bei einer Reizwirkung

zugegen sind, die, wenn feindlich abgestimmt, den einen oder anderen Effekt unterdrücken und somit den Gang der Erscheinungen verschleiern.

Popoff zählt in seiner Abhandlung über „Zellstimulation und ihre theoretische Begründung" eine große Anzahl Stimulantien auf, für die der Beweis einer wachstumsfördernden Wirkung erbracht werden konnte:

1. Narkotika (Chloroform, Äther, Chloralhydrat),
2. Alkaloide (Strychnin, Atropin),
3. Sedetiva und Antipyretica (Salizylsäure und ihre Derivate),
4. Antiseptica (Formaldehyd, Plunol),
5. Arsen, Resorcin, Hydrochynon, Tannin usw.

Von größter praktischer Bedeutung wegen der leichten und billigen Beschaffung sind die Salze des Magnesiums und Mangans, diese finden daher für die Saatgutstimulation die weitgehendste Verwendung und haben bei Versuchen Popoffs in Bulgarien Ertragssteigerungen von 30—50% bei Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Hirse, Rüben, Baumwolle und anderen Pflanzenarten hervorgerufen. Die in Deutschland angestellten Untersuchungen erfüllten die gehegten Erwartungen in vielen Fällen nicht, so daß man annehmen möchte, den Grund hierfür in der Verschiedenheit der besonderen Versuchsbedingungen oder der allgemeinen Verhältnisse wie Boden und Klima zu suchen.[1]) Die Forschung der Zellstimulation schreitet dennoch unbekümmert weiter und bemüht sich, die praktische Nutzanwendung ihrer Lehre auszubauen. Dr. Gleisberg-Berlin-Dahlem[2]) hat in Verbindung mit Popoff eingehende Untersuchungen veröffentlicht, von denen für die vorliegende Arbeit besonders das Zahlenmaterial über die Reizwirkung der Stimulantien auf den Keimungsverlauf von Samen in Betracht kommt.

Leider büßen die Versuchsergebnisse dadurch an Sicherheit etwas ein, daß anscheinend für die Erfassung der feinen Unterschiede die Anzahl der Kontrollen nicht genügend groß war. Außerdem sind oftmals Vergleiche von stimulierten und trocken behandelten Samen ausgewertet, die leicht zu Trugschlüssen führen

[1]) Behn, Beiträge zur Kenntnis der Wirkung von Reizstoffen auf das Pflanzenwachstum. Zeitschr. für angew. Botanik, Heft 2, 1921.

[2]) Popoff und Gleisberg, Zeitschr. der Stimulations-Forschungen 1924, Heft 1.

können. In solchen Fällen schneidet das Stimulationsagens immer günstig ab, es läßt sich aber nicht feststellen, wie weit der Erfolg der bloßen Vorquellung zuzuschreiben ist. Schon das Vorquellen des Saatgutes in Wasser übt sowohl einen Einfluß auf die Erträge wie auch auf den Verlauf der Entwicklung aus. Vermutlich hat die raschere oder langsamere Wasserzufuhr eine günstige Beeinflussung des Protoplasmas zur Folge. Dabei sind Quelldauer und Temperatur von Bedeutung.[1]) So hatte z. B. der Radieschen-Versuch GLEISBERGS[2]) eine Keimkraftserhöhung der stimulierten Samen gegenüber der Trockenbehandlung um 8%, dagegen der Wasserbehandlung nur um 1% aufzuweisen. Betrachtet man den Keimungsverlauf der jeweils 250 Samen, dann ergibt dieser Versuch GLEISBERGS:

	H_2O Stück	Mg Stück
1. Kontrolltag	—	—
2. „	**59**	**37**
3. „	128	131
4. „	146	147
5. „	151	154
Umgerechnet	50%	51%

Es kann eher von einer anfänglichen Keimdepression als einer Reizwirkung die Rede sein. Der Enderfolg vermag sich kaum aus den Fehlergrenzen heraus zu retten. Wesentlich günstiger fallen die Resultate der „Nachwirkungs-Keimversuche" mit Rübenknäueln aus.[3]) Von 100 ausgelegten Knäueln keimten 65 Stück bei dreistündiger Magnesiumbehandlung, 43 bei dreistündiger Wasserbehandlung. Überraschend ist diese scharfe Steigerung der Keimkraft, die in den drei weiteren Rüben- und einem Gerstenkeimversuch völlig ausbleibt und auch bei meinen Untersuchungen nicht sicher nachgewiesen werden konnten. Nach meiner Ansicht kommt die Wirkung der Saatgutstimulation nicht in einer Keimkrafterhöhung zum Ausdruck, sondern sie beschleunigt den Keimungsprozeß, was gleichbedeutend mit späterer Ertragssteigerung der einzelnen Pflanze sein kann. Schwächliche

[1]) EBERHART, Untersuchungen über das Vorquellen von Samen. Fühlings landw. Zeitung 1907, Heft 5.

[2]) GLEISBERG, Der praktische Wert der Zellstimulation. Landw. Jahrbücher 1924, Heft 4, S. 497.

[3]) GLEISBERG, Zeitschr. d. Zellstimulations-Forschungen 1924, Heft 1, S. 78.

Samen werden durch das Agens oftmals an der Auskeimung verhindert und frühzeitig abgetötet.

Die praktische Saatgutstimulation hat mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen und noch einen weiten Weg bis zum Ziel zurückzulegen. Konzentration und Einwirkungszeit der Agentien spielen die größte Rolle und müssen jeder Samenart, Herkunft und ihrem Alter angepaßt werden, weil Dicke und Durchlässigkeit der Schalen und die Gesamtkonstitution immer wechselnd sind. Aus all diesen Gründen erklärt sich manch negativer Erfolg meiner Reizversuche, vielleicht auch weil die feinen Grassämereien besonders empfindlich gegen chemische Stoffe sind. Die Zahlen sollen dennoch angegeben werden, um späteren Untersuchungen einen Anhalt zu bieten. Den Samenkontrollstationen eröffnet sich ein neues weites Feld der Tätigkeit in der Aufgabe, die Faktoren der Stimulation, Konzentration und Einwirkungsdauer, für die einzelnen Samenarten durch exakte Keimversuche festzulegen und der landwirtschaftlichen Praxis nutzbar zu machen.

a) Versuche mit Magnesium- und Mangansalzen.

Bei der Auswahl der Stimulationsmittel, ihrer Konzentration und Einwirkungsdauer habe ich mich bei den Einführungsversuchen an Popoffs Angaben gehalten, um über die Reizempfindlichkeit des Wiesenschwingel-Samens Einblick zu gewinnen. Wenn keine besondere Angabe gemacht ist, drückt jede Zahl der folgenden Tabellen den prozentischen Durchschnitt von 3mal 100 Korn des Stammes 12 aus:

(Siehe Tabelle S. 264 oben.)

Von den fünf Agentien scheint $MgCl_2$ in allen drei Stufen am besten abzuschneiden und von diesen wiederum hebt sich die 8-stündige Einwirkungsdauer in jeder Versuchsreihe günstig ab. Die Endresultate lassen von der niederen zur höheren Quelldauer einen geringen Abfall der Keimkraft erkennen, stehen aber noch einige Prozente über dem Ergebnis der Wasserkontrolle. Die Keimgeschwindigkeit der mit Wasser behandelten Samen wird am 4. Tage nur von $MgCl_2$, am 5. dagegen von $MgCl_2$, $MgSO_4$ und $MgCl + MnSO_4$ übertroffen; alsdann tritt wieder ein Ausgleich ein. Der beschleunigte Keimungsverlauf der Samen bei 8-stündiger Einwirkungsdauer gewisser Stimulationsmittel und 30 ‰ Kon-

Ständig 18° C.	Einwirkungszeit	4	5	6	7	8	10	12
		Tage						
$MnSO_4$ 10‰ + $MgSO_4$ 20‰	6 Stunden	4	46	76	91	95	96	—
	8 „	11	60	82	93	94	95	—
	10 „	21	60	87	91	93	—	—
$MnCl_2$ 32‰	6 „	7	46	81	92	95	96	—
	8 „	9	65	86	94	96	—	—
	10 „	11	48	77	89	93	94	—
$MgCl_2$ 20‰ + $MnSO_4$ 10‰	6 „	9	55	88	94	96	97	—
	8 „	21	72	89	95	—	97	—
	10 „	14	51	82	91	94	95	—
$MgCl_2$ 32‰	6 „	9	64	88	94	97	99	—
	8 „	32	79	91	95	97	—	98
	10 „	15	56	80	91	95	—	96
H_2O dest.	8 „	29	63	90	92	94	—	—
$MgSO_4$ 32‰	6 „	3	43	87	96	97	—	—
	8 „	28	82	91	93	95	—	—
	10 „	14	49	71	89	93	94	—

zentration gab einen Hinweis, daß hier der Hebel für weiteren Erfolg anzusetzen ist.

Doch schon der nächste Versuch brachte den Rückschlag:

Ständig 18° C.	Quelldauer	4	5	6	7	8
		Tage				
H_2O dest.	8 Stunden	26	77	94	97	—
$MgCl_2$ 32‰	8 „	12	64	88	94	95
$MnCl_2$ 32‰	8 „	14	60	86	94	95

Selbst gegenüber ungequollenem Samen konnte die Stimulation keinen Vorsprung gewinnen:

Ständig 18° C.	Quelldauer	4	5	6	7	8
		Tage				
Unbehandelt	—	6	48	93	95	96
$MgCl_2$ 32‰	8 Stunden	10	49	90	91	94
$MnCl_2$ 32‰	8 „	6	46	88	89	92

Bislang waren die Samen nach dem Tauchverfahren auf Filtrierpapier getrocknet worden. Dabei konnte durch die Saugwirkung des Papiers ein Teil der stimulierenden Lösung aus den Spelzen oder Samenschalen wieder herausgezogen sein und die

Reizkraft vermindert haben. Von nun an breitete ich die feuchten Samen auf Glasplatten aus und ließ das anhaftende Wasser langsam verdunsten. Der Erfolg war negativ. Auf den Spelzen blieb eine Salzschicht zurück, die bei der folgenden Keimung wieder Wasser anzog. Diese Wasserumhüllung hemmte den freien Zutritt des Sauerstoffs und damit die Keimung, trotzdem gleichzeitig schwächere Konzentrationen gewählt waren:

Ständig 18° C.	Quelldauer	4	5	6	7	8
				Tage		
H_2O dest.	8 Stunden	12	61	92	95	—
$MgCl_2$ 10‰	8 „	10	52	91	94	95
$MgCl_2$ 20‰	8 „	3	45	83	95	96

Deutlich zeigt sich die anfängliche Keimdepression bei der 20‰ Lösung. Am 5. Tage stehen 45% gegenüber 61% der Wasserkontrolle. Auch die Untersuchungen mit $MnCl_2$ 10 und 20‰ und mit $MgSO_4$ 10, 20 und 32‰ ändern an den Ergebnissen nichts. In allen Fällen verzögert sich der Keimprozeß mit zunehmender Konzentration der Agentien, das Endresultat ist überall das gleiche.

Ich ging nun dazu über, die Quelldauer herabzusetzen, doch ohne dem Ziele näher zu kommen, wie die Zahlen der Tabelle beweisen.

Ständig 18° C.	Quelldauer	4	5	6	7	8
				Tage		
Unbehandelt	—	15	62	85	95	—
$MgCl_2$ 32‰	2 Stunden	5	43	77	97	—
„ „ „	4 „	4	51	83	96	97
„ „ „	6 „	6	56	84	95	96

Da die Variierung des Stimulationsfaktoren zu keinem Erfolg geführt hatte, mußte die Ursache des Mißlingens in der Art der Nachbehandlung liegen. Diese Vermutung bestätigte sich im nächsten Versuch. Neben den bisherigen Methoden der Samentrocknung auf Filtrierpapier und Glasplatten, wurde eine dritte Probe vor dem Ausbreiten auf Filtrierpapier mit 70 ccm destilliertem Wasser gründlich nachgespült, um die äußerlich an den Spelzen haftende Magnesiumlösung zu beseitigen:

Ständig 18° C.	Quellungsdauer	Nachbehandlung	4	5	7	9
H_2O dest. . .	7 Stunden	Filtrierpapier	11	57	94	96
$MgCl_2$ 20‰ .	7 „	Glasplatte	2	40	94	98
„ „ „ .	7 „	Filtrierpapier	18	64	97	98
„ „ „ .	7 „	Nachgespült	21	67	97	98

Am 4. und 5. Tage prägt sich scharf aus, wie der Keimungsverlauf durch das Nachwaschen der Samen günstig beeinflußt wird, in Abständen bleiben „Filtrierpapier" und „Glasplatte" zurück, ebenfalls das in destilliertem Wasser gequollene Saatgut. Dieselben Verhältnisse in etwas abgeschwächtem Maße ergeben sich bei $MgCl_2$ 10‰.

Ständig 18° C.	Quellungsdauer	Nachbehandlung	4	5	6	7
H_2O dest. . .	Filtrierpapier	7 Stunden	23	72	92	97
$MgCl_2$ 10‰ .	„	7 „	28	76	94	97
„ „ „ .	Nachgespült	7 „	29	78	95	99

Dagegen zeigt die 32‰ Lösung schon eine schwächere Keimentwicklung an, so daß erst am 7. Kontrolltage die stimulierten Samen an die erste Stelle rücken und der Vorsprung so gering ist, daß er eine sichere Überlegenheit nicht anzeigt.

Ständig 18° C.	Quelldauer	Nachbehandlung	4	5	6	7	8	9
			Tage					
H_2O dest. . .	7 Stunden	Filtrierpapier	19	68	94	96	97	98
$MgCl_2$ 32‰ .	7 „	„	7	50	84	93	98	99
„ „ „ .	7 „	Nachgewaschen	11	66	91	97	98	99

Vergleicht man die Ergebnisse der letzten drei Tabellen, so ist die Spannung zwischen $MgCl_2$ 20‰ und ihrer Wasserparallelen am größten, d. h. mit dieser Konzentration ergibt sich die beste Reizwirkung. Gegenüber völlig unbehandelten Samen wächst die Differenz noch stärker an, deutlich beweisend, daß solche Erfolge trügen und nur gequollene Kontrollen zum Vergleich herangezogen werden dürfen:

Ständig 18° C.	Quelldauer	Nachbehandlung	4	5	6	7	8	9
			Tage					
Unbehandelt .	—	—	1	35	77	97	—	98
$MgCl_2$ 20‰ .	6 Stunden	Nachgewaschen	11	64	88	96	—	97
„ „ „ .	7 „	„	14	68	88	98	—	—
„ „ „ .	8 „	„	20	74	93	98	—	—

Mit steigender Quelldauer vermehrt sich die Anzahl der Keimlinge, die in den ersten beiden Tagen hervorbrechen, doch darf sie 8 Stunden nicht überschreiten. Dieselben Verhältnisse finden sich bei Versuchen mit $MnCl_2$ wieder, doch scheint im folgenden Versuch die Stimulation etwas schwächer als bei dem Magnesiumsalz auszufallen:

Ständig 18° C.	Quell-dauer	Nach-behandlung	4	5	6	7	8	9
			Tage					
H_2O destiliert .	7 Stunden	Filtrierpapier	1	45	84	93	—	95
$MnCl_2$ 10‰ .	7 „	Nachgewaschen	3	52	92	96	—	97
„ „ 20 „ .	7 „	„	1	54	90	96	97	—

Eine kleine Reizwirkung wird schon durch das Göttinger Leitungswasser hervorgerufen, so daß zur Vermeidung von Fehlern die Stimulationsmittel nur in destilliertem Wasser gelöst zur Prüfung gelangen sollen.

	Ständig 18° C.	Quelldauer	4	5	6	7	8	9	11	13	15
			Tage								
Stamm 12	dest. Wasser .	7 Stunden	13	52	90	97	98	—	—	—	—
	Leitungswasser	7 „	10	55	94	98	100	—	—	—	—
Märkischer Schwingel	dest. Wasser .	7 „	5	30	44	52	54	—	57	58	59
	Leitungswasser	7 „	6	32	49	56	57	59	60	—	61

Um die Sicherheit der bisherigen Ergebnisse zu erhöhen, habe ich die bewährten Agentien auf Stamm 11 und märkischen Schwingel einwirken lassen:

Stamm 11	Quell-dauer	Nach-behandlung	4	5	6	7	9	10
			Tage					
H_2O dest.. .	8 Stunden	—	3	48	81	93	95	—
$MgCl_2$ 20‰	8 „	Nachgewaschen	13	61	86	95	97	—
$MnCl_2$ 20‰	8 „	—	7	49	81	93	96	97

Stamm 11 reagiert sehr stark auf das Magnesiumsalz, während das Manganchlorid nur geringen Einfluß ausübt. Ein zweiter Versuch bestätigt mit 6×100 Samen das erste Resultat:

Stamm 11	Quelldauer	4	5	6	7	8	9
		Tage					
H_2O dest.	8 Stunden	13	56	83	93	94	95
$MgCl_2$ 20‰	8 „	21	58	85	93	—	94

Die in ihrer Konstitution geschwächte märkische Saat zeigt sich sehr empfindlich gegen die Stimulationsagentien. Während die 7-stündige Quelldauer noch ein Plus für die Mg-Lösung ergibt und auch die Keimkraft um 80 % erhöht, ist die 8-stündige Behandlung schon mit einer anfänglichen Keimverzögerung verbunden:

Märkische Saat	Quelldauer	4	5	6	7	8	9	11	13	15
		Tage								
H_2O dest.	7 Stunden	5	30	44	52	54	—	57	58	59
$MgCl_2$ 20‰	7 „	8	34	53	60	61	62	66	—	67
H_2O dest.	8 „	21	33	50	58	61	—	62	63	64
$MgCl_2$ 20‰	8 „	13	30	52	59	64	—	65	66	—

Aus den bisherigen Untersuchungen scheint hervorzugehen, daß für die Feststellung der günstigsten Konzentration der Stimulantien und der optimalen Stimulierungszeit bei den Versuchssorten die Untersuchung der Keimkraft und einer Keimungsförderung genügt. Eine Nachprüfung dieses Befundes durch den Triebkraftsversuch darf aber keinesfalls unterbleiben, da eine Beziehung zwischen Triebkraftserhöhung und Ernteertragssteigerung nicht unwahrscheinlich ist.[1])

Von einer Berechnung des mittleren Fehlers ist Abstand genommen worden, weil das Untersuchungsmaterial für eine sinngemäße Anwendung nicht ausreicht. Die Kontroll-Stationen kämpfen mit der gleichen Schwierigkeit, so daß man die Genauigkeit ihrer Ergebnisse vielfach angezweifelt hat. Langjährige praktische Erfahrung hat jedoch die Zuverlässigkeit der Samenuntersuchungsmethode bewiesen.

Die Ergebnisse meiner Versuche erlangen weitgehende Sicherheit durch die gleichzeitige Prüfung verschiedener Stämme und Herkünfte auf ihr Verhalten zu diesem oder jenem Faktor.

---

[1]) GLEISBERG, Beispiel einer Ertragssteigerung durch Saatgutstimulierung. Ill. landw. Ztg. 1924, Nr. 17.

Einzelne Untersuchungen in Keimschalen finden durch Triebkraftsversuche volle Bestätigung. Um einen Anhalt über die Größe des mittleren Fehlers zu bekommen, habe ich nebenstehenden Stimulationsversuch mit 6 Kontrollen durchgeführt:

Die Höhe des Fehlers von $\pm 2{,}78$ beweist zur Genüge, daß 6 Parallelversuche noch nicht ausreichen, um feinere Unterschiede auswerten zu können. Ihre Zahl muß auf 10 und mehr erhöht werden, wenn die Resultate einer Wahrscheinlichkeitsrechnung standhalten sollen. Zu diesem Aufwand fehlen zurzeit noch die Mittel.

Die Tiefenlage der Samen beträgt 3 cm:

Stamm 12	Quelldauer	Tage				Frischgewicht	Trockengewicht
		11	12	13	14	g	g
H_2O dest. . .	7 Stunden	24	39	51	53	1,197	0,088
$MgCl_2$ 20‰ .	7 „	34	53	61	65	1,241	0,092
$MnCl_2$ 20‰ .	7 „	26	38	46	50	1,310	0,099

Stamm 11	4 Tage	5 Tage	6 Tage	7 Tage	8 Tage	9 Tage	10 Tage
H_2O destilliert . .	$12{,}8 \pm 2{,}17$	$56{,}8 \pm 2{,}76$	$83{,}3 \pm 1{,}98$	$92{,}8 \pm 1{,}68$	$94{,}2 \pm 0{,}55$	$95{,}0 \pm 0{,}15$	$96{,}0 \pm 0{,}15$
Mg_2Cl 20‰ . .	$21{,}0 \pm 1{,}72$	$68{,}3 \pm 2{,}78$	$84{,}7 \pm 2{,}08$	$92{,}6 \pm 1{,}28$	$93{,}2 \pm 1{,}37$	$93{,}7 \pm 1{,}30$	$94{,}7 \pm 1{,}11$

Wie bei den Keimversuchen auf Tonschalen so geben auch hier die mit $MgCl_2$ 20‰ behandelten Samen das beste Ergebnis, während das Mangansalz versagt. Anders liegen die Verhältnisse auf der rechten Seite der Tabelle, die das Frisch- und Trockengewicht der Proben angibt, auf 100 Keimpflanzen umgerechnet. Gewogen ist nur der ober- und unterirdische Blatttrieb jedes Pflänzchens. Deutlich geben die Zahlen das kräftigere Wachstum der stimulierten Samen zu erkennen. Ein zweiter Versuch mit märkischer Saat bestätigt das erhöhte Triebvermögen der Keimlinge:

Märkischer Samen	Quelldauer	10	11	13	15	17	19
		Tage					
H_2O dest.	7 Stunden	4	13	24	25	27	—
$MgCl_2$ 20‰	7 „	4	17	26	29	30	—
$MnCl_2$ 20‰	7 „	5	20	31	34	—	35

b) Stimulationsversuche mit Segetan 104 b.

POPOFF und GLEISBERG[1]) haben auch für verschiedene Beizmittel wie Uspulun, Germisan, Segetan, Tillantin B und C geringe Zellstimulationswirkung nachweisen können. Andere Untersuchungen von STUTZER[2]), VOGT[3]), HEINRICH[4]) und GEHRING[5]) bestätigen das üppige und schnelle Wachstum gebeizter Pflanzen, in besonderen Fällen war eine gesteigerte Keim- und Triebkraft zu erkennen. Die geringen Mengen komplexer Quecksilberverbindungen, welche in den genannten Präparaten enthalten sind, beeinflussen den günstigen Ablauf der fermentativen Reaktionen. Oft läßt sich jedoch nicht feststellen, ob „diese günstigen Wirkungen vorwiegend auf einer unmittelbaren Anregung der Wachstumsvorgänge beruhen oder mehr mittelbar durch Ausschaltung wachstumhemmender Mikroorganismen bedingt sind." Um diese Frage der Stimulation durch Beizmittel einwandfrei klären zu

[1]) GLEISBERG, Saatgutbeizung und -stimulierung. Illustr. landw. Ztg. 1923, Nr. 24.

[2]) STUTZER, Neue Erfahrungen über die Wirkung von Reizstoffen. Deutsche landw. Presse 1918, Nr. 60.

[3]) E. VOGT, Methoden der Schädlingsbekämpfung. Centralbl. f. Bakteriologie.

[4]) HEINRICH, Die Abhängigkeit der Keimtriebkraft vom Keimmedium und ihre Beinflussung durch verschiedene Beizmittel. Landw. Vers.-Stationen 1921.

[5]) GEHRING und BROTHUHN, Beizversuche mit Germisan bei Rüben. Fühlings landw. Ztg. 1922, Heft 15/16.

können, fordert Dr. Burk-Gießen[1]) für die Versuche Sterilität von Boden und Saatgut. Da ihm unter diesen Bedingungen keine Erfolge beschieden gewesen sind, zweifelt er die unmittelbare Reizwirkung der Beizmittel an. Die praktische Saatgutstimulation stellt dagegen die physiologische Wirkung mehr in den Vordergrund als die fungicide und richtet alle Versuche der Folgezeit unter dem Gesichtspunkte ein: „Wie erreichen wir optimale Förderung der Lebensenergie unter gleichzeitiger Beizung der Saat?“[2])

Meine Untersuchungen mit Segetan 104b bestätigen die erwähnte Unsicherheit der Reizwirkung, die den Beizmitteln innewohnt. Vielleicht aber kommt der stimulierende Effekt mehr in späteren Vegetationsstadien zum Ausdruck als im Keimungsverlauf. Ich ließ Lösungen von 0,01, 0,025 und 0,05%, 1/4, 1/2, 1, 2, 4 und 6 Stunden auf märkischen Samen einwirken. Doch seien nur die Zahlen angegeben, die auf eine keimfördernde Wirkung des Segetans hindeuten, die übrigen Versuche verliefen ganz ergebnislos.

Märkische Saat	Quelldauer	4	5	6	7	8	9	11	16	19
		Tage								
H_2O dest.	1/4 Stunde	6	38	44	51	53	56	57	59	60
Segetan 0,025%	1/4 „	6	39	51	58	61	65	68	69	—
H_2O dest.	1/2 „	16	38	51	54	55	57	59	—	—
Segetan 0,025%	1/2 „	11	33	56	59	59	61	—	63	—
H_2O dest.	6 Stunden	15	32	47	53	56	59	61	63	—
Segetan 0,01%	6 „	9	32	48	55	58	60	62	63	64

Hohe Konzentration der Lösung verbunden mit kurzer Quelldauer scheint ähnlichen Einfluß auszuüben wie schwache Lösung mit langer Einwirkungszeit. Immerhin ist die Reizwirkung bei 6 stündiger Behandlung kaum noch als sicher anzusprechen, während die kürzeste Behandlung von 1/4 Stunde mit 0,025% Segetan eine deutliche Stimulationswirkung erkennen läßt. Während sich bei den Versuchen mit Mg- und $MnCl_2$ die Keimbeschleunigung mehr zu Beginn des Keimprozesses bemerkbar macht, rückt sie beim Segetan in das Endstadium hinein.

---

[1]) Burk-Gießen, Ertragssteigerung durch Beizung. Deutsche landw. Presse 1923, S. 397.

[2]) Gleisberg, Der praktische Wert von Zellstimulationen. Landw. Jahrbücher 1924, Heft 4, S. 505.

Neben diesen Beobachtungen stellt sich heraus, daß die mit allerlei Pilzen behaftete märkische Saat bei der Anwendung verschiedener Beizpräparate fast ganz von ihren Feinden verschont bleibt, ohne nennenswerten Keimschädigungen zu unterliegen. Nachteilig für den Keimungsverlauf erweisen sich nur Betanal und Hohenheimerbeize:

Ständig 18° C.	Tage												
	4	5	6	7	8	9	10	11	16	17	18	22	
Uspulun 0,25% . .	2	18	40	52	57	59	60	65	—	—	66	67	Am 8. Tage beginnt leichter Befall.
Germisan EL 0,25 .	2	16	34	49	55	61	63	67	—	70	—	72	Am 5. Tage zeigen sich einige Schimmelfäden.
„ AZ 0,25 .	1	20	36	49	55	56	59	64	—	—	—	65	Am 8. Tage Befall.
Tillantin 0,25 . .	2	27	40	52	58	62	—	65	68	—	—	—	Am 4. Tage Befall.
Kalimat 0,25. . .	6	24	40	49	54	58	60	63	65	66	—	—	Schimmelbildung ebenso stark wie bei ungebeizten S.
Formaldehyd 0,1 .	7	23	40	52	55	58	59	60	61	—	—	—	Am 4. Tage Befall.
Segetan 104 b. 0,05	1	21	38	53	59	62	63	65	67	—	—	—	Fast kein Befall.
Betanal 0,5 . . .	—	3	13	33	42	51	56	58	60	62	64	—	Vollkommen Pilzfrei.
Hohenh. Beize 0,25	—	11	27	49	55	58	60	62	63	64	65	—	Am 6. Tage leichter Befall.
Leitungswasser . .	4	26	41	55	60	62	63	64	66	67	—	—	Am 3. Tage sich ständig steigernde Schimmelbildung.

Dieselbe Versuchsanordnung wurde mit amerikanischem Samen wiederholt, um den Einfluß der Beizung auf hochkeimendes Saatgut zu prüfen. Da sich keine Abweichungen ergaben, wurde von der Wiedergabe der Tabelle Abstand genommen.

Die Kontrollstationen haben bei ihren Versuchen oft unter starker Schimmelbildung zu leiden, welche zum Faulen der Samen auf den Keimbetten führt und das Untersuchungsergebnis gefährdet. Ein häufiger Wechsel des Fließpapiers oder mehrmaliges Sterilisieren der Schälchen ist notwendig, wodurch die Kosten des Versuches sehr erhöht werden. Bei bespelzten Samen sitzen

die das Faulen verursachenden Mikroorganismen zumeist zwischen und unter den Umhüllungen, so daß Heinrich mit Samen von Avena elatior den Versuch machte, durch Entspelzen die Schädlinge zu entfernen. Der Erfolg war nur mangelhaft und entsprach nicht der aufgewendeten Arbeit. Das Beizen der Grassamen ist viel einfacher und vorteilhafter; vielleicht kann es dazu dienen, die praktische Arbeit in der Samenkontrollstation zu unterstützen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Arbeit sind kurz folgende:

1. Keimfähigkeit steigt vom Keimminimum bei 4,75° C. bis zum Optimum bei 19—24° C. an, um dann langsam bis zur Maximaltemperatur von 38° C. wieder abzufallen.
2. Die Keimkraft des Samens nimmt mit dem Alter ab; frischgeernteter Samen bedarf einer Ruhepause zur Nachreifung und keimt besser bei höheren Temperaturen.
3. Für die Triebskraftbestimmung wird eine Ziegelgrusdecke von 3 cm Stärke empfohlen.
4. Wechseltemperaturen begünstigen die Keimung aller Altersklassen, am größten ist ihr Einfluß auf frischgeernteten Samen.
5. Licht fördert die Keimung jungen Saatgutes, hemmt dagegen diejenige älterer Saat.
6. Frost scheint den Keimungsverlauf günstig zu beeinflussen.
7. Magnesium- und Manganchlorid in 20‰ Lösung ergeben bei 7—8stündiger Einwirkungsdauer eine Zellstimulationswirkung, die sich in Keimbeschleunigung und Steigerung der Triebkraft äußert.
8. Mit Segetan 104b zeigt sich nur in wenigen Fällen ein stimulierender Effekt.
9. Im allgemeinen sind die Beizmittel geeignet, das Verschimmeln und Faulen der Grassamen im Keimbett soweit einzuschränken, daß der Keimversuch ein einwandfreies Ergebnis liefert.

Literatur.

1. Behn, G., Beiträge zur Kenntnis der Wirkung von Reizstoffen auf das Pflanzenwachstum. Ztschr. f. angewandte Botanik Bd. VI, Heft 2.
2. Boerger, A., Beizversuche mit Uspulum in Uruguay. Ztschr. f. angewandte Botanik 1921, III, 321.
3. Browa, E.. Über die Beschleunigung der Lebenstätigkeit höherer und niederer Pflanzen durch kleine Giftmengen. Dissertation, Göttingen 1912.
4. Bredemann, G., Der Gebrauchswert unserer Hanfsaat und Versuche zur Erhöhung ihrer Keimkraft durch Beizung. Deutsche landw. Presse 1921, Nr. 18.
5. Burgerstein, A., Keimversuche mit Getreidefrüchten im Licht und bei Lichtabschluß. Ztschr. für das landw. Vers.-Wesen in Österreich 1913, Hoft 8.
6. Ders., Triebkraftversuche bei Gramineen und Leguminosen. Ztschr. für das landw. Vers.-Wesen in Österreich 1915.
7. Burk, Ertragssteigerung durch Beizung. Deutsche landw. Presse 1923, S 397.
8. Bokorny, Th., Über den Einfluß verschiedener Substanzen auf die Keimung der Pflanzensamen. Biochem. Ztschr. 1913.
9. Clausen, Weitere Erfahrungen mit der Anwendung sogenannter Reizmittel. Deutsche landw. Presse 1913, Nr. 102.
10. Coville, F., Einfluß der Kälte als Reizmittel für das Wachstum der Pflanze. Chem. Centralblatt 1921, III, 180.
11. Crochetelle, Einfluß des schwefelsauren Mangans auf die Keimung. Mitteilungen der D. L.-G. 1913, S. 695.
12. Derlitzki, Untersuchungen über Keim- und Triebkraft und über den Einfluß von Fusarium nivale. Landw. Jahrb. 1918, S. 387.
13. Draganóff, H., Erhöhung der Baumwollernte durch Anwendung von Stimulationsmethoden. Deutsche landw. Presse 51. Jahrg., Nr. 19.
14. Eberhart, Untersuchungen über das Vorquellen der Samen. Fühlings landw. Ztg. 1907, Heft 5.
15. Ders., Versuche über die Keimungsverhältnisse frischgeernteter Samen. Ebenda 1906, Heft 17.
16. Edler, Jetziger Stand der Samenkontrolle und Samenuntersuchung. Ebenda 1913, Heft 10, S. 345.
17. Ehrenberg, Kritische Gedanken über die Empfehlung von Reizdüngemitteln. Ebenda 1916, Heft 23/24.

18. Filter, F., Der gegenwärtige Stand der Samenkontrolle. Illustrierte landw. Ztg. 1910, S. 858.
19. Gassner, Beiträge zur Lichtkeimung. Ztschr. f. Botanik 1915, S. 609, daselbst viel Literatur.
20. Ders., Einige neue Fälle von keimauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. Berichte der deutsch.-botan. Gesellschaft 1915, 33.
21. Ders., Über die Keimung von Chloris ciliata. Jahrbücher der Hamburger wissenschaftl. Anstalten XXIX.
22. Ders., Über die Bedeutung des Nachreifezustandes für den Keimungsverlauf von Getreidesamen. Mitteilungen der D. L.-G. 1924, Heft 12.
23. Gassner und Esdorn, Beiträge zur Frage der chemotherapeutischen Bewertung von Quecksilberverbindungen als Beizmittel gegen Steinbrand. Arbeiten aus der biol. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1923.
24. Gehring, Reizerscheinungen mit Germisan. Ztschr. für die braunschweigische Landwirtschaftskammer Jahrg. 90, Nr. 38.
25. Gehring und Brothuhn, Beizversuche mit Germisan bei Rüben. Fühlings landw. Ztg. 1922, Heft 15/16.
26. Gisevius und Claus, Untersuchungen über Keimfähigkeit und Triebfähigkeit. Ebenda 1914, Heft 9.
27. Gisevius, Ernteerhöhung durch Saatbeize mit Reizmitteln. Deutsche landw. Presse 51. Jahrg., Nr. 15.
28. Gleisberg, W., Der praktische Wert von Zellstimulation. Landw. Jahrbücher Bd. 59, Nr. 4.
29. Ders., Saatgutbeizung und -stimulierung. Illustrierte landw. Ztg. 1923, Nr. 24.
30. Ders., Beispiel einer Ertragssteigerung durch Saatgutstimulation. Ebenda 1924, Nr. 17.
31. Ders., Pflanzkartoffelstimulierung. Ztschr. f. Pflanzenbau 1924, 2.
32. Groscher, Zur Einwirkung der Uspulunbeize auf die Keimfähigkeit von Sämereien. Ztschr. der Landw.-Kammer für Schlesien 1919, S. 323.
33. Hackel, Monographie Festucarum europaerum. Kassel 1882.
34. Haberlandt, Fr., Untersuchungen über das Wärmeminimum. Landw. Vers.-Stationen Bd. XVII, 104.
35. Hartler und Stutzer, Untersuchungen der Keimungsbedingungen verschiedener Gräser. Journal für Landwirtschaft 1887, S. 49.
36. Heinrich, M., Einige Erfahrungen bei Keimprüfungen. Landw. Vers.-Stationen 1912, Bd. 78, Heft 3 und 4.
37. Ders., Beiträge über die Keimung bespelzter und nackter Timothefrüchte. Landw. Vers.-Stationen 1919.
38. Ders., Die Abhängigkeit der Keimtriebkraft vom Keimmedium und ihre Beeinflussung durch verschiedene Beizmittel. Ebenda 1921.
39. Hiltner, Soll man die Keimfähigkeit der Sämereien in künstlichen Medien oder in Erde prüfen. Prakt. Blätter für Pflanzenbau und -schutz 1913, Heft 7 und 8.
40. Jenssen, Die Einwirkung des Frostes auf die Keimung von Samen. Landw. Jahrbücher 1879, Bd. 8, S. 209.

41. Ippolita, G., Bestimmung der Keimkraft der Samen auf Grund der mittleren Keimzeit. Staz. spermi Aal 1913, 45.
42. Issleib, M., Ein Vorschlag zur Steigerung der Ernteerträge durch Imprägnation des Saatgutes mit Nährsalzen. Deutsche landw. Presse 51. Jahrg., Nr. 16.
43. Kambersky, Über den Einfluß der Nährsalzimprägnation auf die Keimung der Saaten. Ztschr. für das landw. Vers.-Wesen in Österreich 1906, Heft 1.
44. Kajanus, Über die Keimung entspelzter Früchte von Timothe. Fühlings landw. Ztg. 1911, 69.
45. Kaserer, H., Versuche mit Reizstoffen. Ebenda 1919.
46. Kinzel, W., Über die Wirkung des Durchfrierens der Samen auf die Keimung und die Beziehungen zwischen Frost und Lichtwirkung. Prakt. Blätter für Pflanzenbau und -schutz 1911. Heft 8, S. 105.
47. Ders., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart 1920.
48. Kling, Beitrag zur Prüfung der Gräserkeimung. Dissertation, Gießen 1916.
49. König, P., Studien über die stimulierenden und toxischen Wirkungen der verschiedenartigen Chromverbindungen auf die Pflanzen. Landw. Jahrbücher 1910, Bd. 39, Heft 6.
50. Kugler, Uspulun als Beizmittel zu Gerste. Ill. landw. Ztg. 1917, Nr. 25.
51. Lehmann, E., Über die katalytische Lichtwirkung bei der Samenkeimung. Biochem. Ztschr. 1913, 50.
52. v. Liebenberg, Über den Einfluß von intermittierender Erwärmung auf die Keimung von Grassamen. Botanisches Centralblatt 1884, Bd. XVIII, S. 21—26.
53. Loew, O., Über die stimulierende Wirkung des Mangans. Mitteilungen der D. L.-G. 1919, 43.
54. Mayer, Die Reizwirkung des Mangans. Deutsche landw. Presse 1912, Nr. 39, 83, 86.
55. Merkensclager, Keimungsphysiologische Probleme. Naturwissenschaft und Landwirtschaft Nr. 1. München.
56. Müller und Molz, Reizerscheinungen mit Germisan. Fühlings landw. Ztg. 1920, S. 321.
57. Maurati, O., Einfluß niedriger Temperatur auf die Keimung frisch geernteten Getreides.
58. Nobbe, Fr., Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.
59. Ders., Übt das Licht einen vorteilhaften Einfluß auf die Keimung der Grassamen aus. Landw. Vers.-Statienon 1882, Bd. V, 1883, Bd. XXVIII.
60. Oetken, W., Die Ermittlung der Keimfähigkeit und der Keimkraft des Saatgutes. Deutsche landw. Presse 1913, Nr. 24, 25, 27, 28.
61. Ders., Zur Frage der Keimkraftsbestimmung in natürlichen Keimbetten. Fühlings landw. Ztg. 1914, S. 167.
62. Pickholz, L., Ein Beitrag zur Frage über die Wirkung des Lichtes und der intermittierenden Temperatur auf die Keimung von Samen. Ztschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich 1911, Heft 2.
63. Pieper, H, Vergleichende Keimversuche mit Grassämereien. Dissertation, Jena 1909.

64. Pieper, G., Zur Methode der Keimprüfung. Fühlings landw. Ztg. 1913, Heft 18 und 62.
65. Ders., Einige Versuche und Beobachtungen aus der Samenkontrolle. Ebenda 1913, Heft 16 und 62.
66. Pfeiffer, Der Vegetationsversuch.
67. Ders., Beitrag zur Frage über die Wirkung des Mangans und Aluminiums auf das Pflanzenwachstum. Landw. Vers.-Stationen 1912, Bd. 77, S. 83 und Monatshefte für Landwirtschaft 1913, Heft 8.
68. Plate, F., Untersuchungen über die Einwirkung bestimmter Nitrate auf die Keimungsperiode von Avena sativa. Chem. Centralbl. 1914, Heft 1.
69. Popoff, Die Stimulierung der Zellfunktionen, ihre theoretische und praktische Bedeutung. Landw. Vers.-Stationen 1023, Heft V und VI.
70. Ders., Die Stimulierung des Saatgutes und ihre Bedeutung. Mitteilungen der D. L.-G. 1924, Nr. 12, S. 207.
71. Ders., Archiv für Zellforschung Bd. I, III, IV, XIV und Biologisches Centralblatt 916 und 1922.
72. Popoff und Gleisberg, Stimulations-Forschungen 1924, Heft 1.
73. Plate, F., Untersuchungen über die Imbibition bei den Samen. Atti R. Accad. Rom. 1913, 22.
74. Quodera, J., Untersuchungen über die Beschädigung der Pflanzen durch Säuren und über die Reizwirkung der Säuren auf Pflanzen. Chem. Centralblatt 1920, III.
75. Rabien, Ein weiteres Beispiel zur Reizwirkung quecksilberhaltiger Beizmittel. Deutsche landw. Presse 1924, Nr. 34.
76. Reiling, H., Keimversuche mit Gräsern zur Ermittlung des Einflusses, den Alter und Licht auf den Keimprozeß ausüben. Dissertation, Jena 1912.
77. Remy, Beobachtungen über Chlorphenolquecksilber. Illustrierte landw. Ztg. 1914, Nr. 91 und 92.
78. Rostocker Vers.-Stationen, Ergebnisse der Samenprüfung 1913—15.
79. Sinz, Studien über die Entwicklungsfähigkeiten der wichtigsten Wiesengräser im ersten Vegetationsjahr. Dissertation. Göttingen 1913.
80. Spanillo, R., Über die Keimung von Tabaksamen. Nach dem chem. Centralblatt 1917, II, 105.
81. Spiekermann, A., Samenprüfung der Vers.-Station Münster 1915.
82. Strecker, W., Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser. Berlin 1921.
83. Stutzer, Abhandlungen über die Wirkung von Reizstoffen. Deutsche landw. Presse 1914, Nr. 1 und 1918 Nr. 60. Arbeiten der D. L.-G. Heft 258.
84. Schaffnitt, E., Biologische Gesichtspunkte für die Samenprüfung. Journal für Landwirtschaft 1913, Bd. 61, Heft 1.
85. Schiwaroff, W., Stimulationsversuche mit Tabak. Deutsche landw. Presse 51. Jahrg., Nr. 20.
86. Schleh, Steigerung der Ernteerträge durch Inprägnation des Saatgutes mit konzentrierten Lösungen von Nährsalzen. Fühlings landw. Ztg. 1907, Heft 2, S. 33.
87. Schulze, Beitrag zur Frage der Wirkung von Reizstoffen auf die Pflanzenentwicklung. Landw. Vers.-Station 1915, Bd. 87.

88. Schwede, R., Über die Keimungsverhältnisse bei Nesselsamen. Textile Forschung 1919, 72 und 73.
89. Urban, J., Über den Einfluß tiefer Kältegrade auf die Keimfähigkeit des Rübensamens. Ztschr. für Zuckerindustrie in Böhmen 1915/16.
90. Vageler, H., Ein Beitrag zur Frage der Wirkung von Mn, Fe und Cn auf den Pflanzenwuchs. Landw. Vers.-Station 1916, Bd. 88.
91. Vanha, Über den Einfluß intermittierender Erwärmung auf die Keimung von Samen.
92. Vogt, E., Methoden der Schädlingsbekämpfung. Centralblatt f. Bakteriologie.
93. Wehsarg, O., Das Unkraut im Ackerboden und seine Bekämpfung. Arbeiten der D. L.-G. Heft 226, Berlin 1912 und Heft 294, 1918.
94. Weiss, J., Das Quellen bei Keimversuchen. Ztschr. für Zuckerindustrie in Böhmen 1912, 37.
95. Wittmack, Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin 1920.
96. Zade, Das Knaulgras. Arbeiten der D. L.-G. Berlin 1920, Heft 305.
97. Zinn, Ein Beitrag zur Keimung der bespelzten Keimfrüchte. Mitteilung der Hochschule für Bodenkultur in Wien 1914, Bd. II, Heft 4.

Bücherbesprechungen.

Landmanns Hausgarten, Praktischer Wegweiser im Kleingartenbau von Karl Huber, Obst- u. Gartenbaudirektor. Neu bearbeitet von F. Glindemann, Gartenbaudirektor an der Höheren staatlichen Lehranstalt für Wein-, Obst- u. Gartenbau. Geisenheim a. Rh. 3. Auflage. Mit 9 Abbildungen. Wiesbaden, Rudolph Bechtold & Co. 79 Seiten. Preis Rm. 1,50.

Die kleine Schrift gibt einen guten Überblick über die Bäume, Sträucher, Gemüse und Blumen, welche sich für den Anbau im Hausgarten eignen und Ratschläge für diesen, sowie für die Düngung und Pflege dieser Gewächse. Sie ist wie der Titel sagt „ein praktischer Wegweiser im Kleingartenbau" und als solcher zu empfehlen. v. Seelhorst.

Der praktische Getreidezuchtbetrieb. Von R. Leidner, Saatzuchtleiter in Emersleben. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 27 Textabbildungen. Berlin SW. 11. Verlag von Paul Parey, Hedemannstr. 10 u. 11. 80 Seiten. Preis Rm. 3,—.

Der als langjähriger Saatzuchtleiter zuerst am landw. Institut für Pflanzenproduktionslehre an der Universität Breslau und sodann der Firmen Rimpau und v. Rümker in Emersleben bekannte Verfasser hat in der Tat, wie er durch das Motto auf dem Titelblatt des Heftes kennzeichnen will „aus der Praxis für die Praxis geschrieben". Der angehende Saatzüchter wird dem Verfasser für die Anleitung, die er durch die Broschüre erhält, dankbar sein.

v. Seelhorst.

Botanik der kulturtechnisch und landwirtschaftlich wichtigen Pflanzen von Dr. phil. L. Wittmack, Geheimer Regierungsrat, ordentlicher Professor an der landw. Hochschule, ordentlicher Honorarprofessor an der Universität Berlin, Doktor der Landwirtschaft E. h., Dr. med. vet. E. h. Fünfte, neubearbeitete Auflage. Mit 208 Abbildungen und 9 Tafeln im Text. Berlin, Paul Parey, 1924. VIII und 315 Seiten. Gebunden, Preis Rm. 16,—.

Das vorliegende als vierter Band der von Chr. August Vogler begründeten kulturtechnischen Bücherei herausgegebene Buch ist in erster Linie für den Kulturtechniker, dann aber auch für den praktischen Landwirt und für den Landwirtschaftslehrer geschrieben. Er gibt eine Übersicht über das Pflanzenreich und seine Einteilung und behandelt eingehend die für Kulturtechniker und Landwirte besonders wichtigen Gräser und Futterpflanzen. Das Kapitel über die Gräser ist in der vorliegenden Auflage gegenüber der vorigen erweitert durch einen Abschnitt über das Erkennen der Gräser im blütenlosen Zustand, dem die Lundschen Tafeln beigefügt sind. Außerdem finden sich eine Reihe von Erweiterungen in den Abschnitten über Futter- und Bonitierungspflanzen sowie über Samenmischungen.

Einer Empfehlung bedarf das gut ausgestattete und mit guten Abbildungen versehene Buch nicht. Für seine Güte bürgt der Umstand, daß es bereits in der fünften Auflage vorliegt und vor allen Dingen der rühmlichst bekannte Name des Verfassers. v. Seelhorst.

Landwirtschaft, Gartenbau und Weinbau, Fischerei. Von Dr. K. Ritter, Privatdozent an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin.

Forstwirtschaft. Von Prof. Dr. F. von Mammen, Schloß Brandstein bei Hof (Teubners Handbuch der Staats- und Wirtschaftskunde 2. Abt. Wirtschaftskunde II. Band, 1. Heft.) Leipzig und Berlin, Verlag von B. G. Teubner, 1924. 74 Seiten, gr. 8. Kart. Rm. 3,—.

Das vorliegende Heft gibt eine ganz kurze Übersicht über die im Titel genannten Gebiete. Der Stoff wird in dem Kapitel über Landwirtschaft folgendermaßen gegliedert. Grundbegriffe, Agrargeschichte, der ländliche Grundbesitz der Gegenwart, Landwirtschaftliche Betriebsorganisation, landwirtschaftliche Arbeiter, öffentliche und private Maßnahmen zur Förderung der Landwirtschaft in Deutschland, die landwirtschaftliche Produktion der Erde, die Stellung der Landwirtschaft in der modernen Volkswirtschaft. In ähnlicher Weise werden auch die Kapitel Gartenbau und Weinbau, Forstwirtschaft und Fischerei gegliedert. Den Schluß der einzelnen Kapitel bieten Hinweise auf die einschlägige Literatur. Zur Einführung in diese Gebiete ist das Heft gut geeignet. v. Seelhorst.

Die Krisis in der Landwirtschaft und Mittel zu ihrer Behebung. Bericht über die 5. Hauptversammlung der Preußischen Hauptlandwirtschaftskammer am 15. u. 16. Februar 1924 zu Berlin. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. 119 Seiten. Preis Rm. 3,—.

Dieser als Heft 6 der Veröffentlichungen der Preußischen Hauptlandwirtschaftskammer erschienene Verhandlungsbericht über die Krisis in der Landwirtschaft und über die Mittel zu ihrer Behebung sollte die weiteste Verbreitung erfahren, damit das Volk über die tatsächlichen Verhältnisse in der deutschen Landwirtschaft aufgeklärt wird. Vor allen Dingen sollten Nationalökonomen und alle Politiker eingehend Kenntnis von dem Inhalt nehmen. Die Landwirtschaft ist, und dies besonders unter den heutigen Verhältnissen, die Grundlage und die Stütze des Staats. Sie läuft Gefahr in Verfall zu kommen, wenn sie in der Weise gedrückt wird, wie es heute der Fall ist. Wenn sie für sich kämpft, kämpft sie gleichzeitig für den Staat, für das ganze Volk. Das sollte bei Beurteilung ihrer Forderungen nicht vergessen werden.

Die für das große Publikum wichtigsten Abschnitte des Hefts sind die Verhandlungen 1. über die Preisbildung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, 2. über die Notwendigkeit des weiteren Abbaus der Eisenbahn-Güter und Tiertarife, 3. über Landwirtschaft und Steuergesetzgebung, 4. über Kreditbefriedigung der Landwirtschaft. Die Hauptlandwirtschaftskammer tritt ferner für die Erhaltung des landw. Unterrichts, Beratungs- sowie Forschungswesen ein und wendet sich gegen die geplante Auflösung der Gutsbezirke. Außerdem wird natürlich in der Hauptversammlung über interne Angelegenheiten der Hauptlandwirtschaftskammer berichtet. v. Seelhorst.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.

0.5 Ag. Sem.

Zweiundsiebzigster Band. Heft IV.

Journal

AGRICULTURAL LIBRARY

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

MAY 12 1925

Unter Mitwirkung von

Dr. Schermer, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. E. Blanck, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. J. Schmidt, Professor, Direktor des Tierzuchtinstituts

Dr. W. Seedorf, Professor, Direktor des Instituts für landw. Betriebslehre

Dr. O. Tornau, Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes

Dr. F. Lehmann, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der landwirtschaftl. Versuchsstation

Dr. Rippel, Professor, Direktor des landw.-bakt. Instituts

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor
zu Göttingen.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1924.

Vier Hefte bilden einen Band.

Ausgegeben im März 1925.

Inhalt.

Seite

Aus dem Agrikulturchemischen und Bodenkundlichen Institut der Universität Göttingen.

Über die Art der Umwandlung des Ätzkalkes im Boden und ihre Ursachen. Von Dr. **F. Scheffer** 201

Beiträge zur Keimungsphysiologie des Wiesenschwingels. Von Dr. **Max Kreysing** 237

Bücherbesprechungen 279

Von jedem Artikel werden 25 Sonderabdrücke unberechnet geliefert. Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser.

Nachdruck und Übersetzung von Originalartikeln untersagt.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Band LXI, Heft 2 erschien mit folgendem Inhalt: Über die Wirkung einer Durchmischung des leichten Sandbodens mit Wiesenmergel, Niederungsmoor und Ton auf den Ertrag. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Gerlach**, Berlin. — Die Bedeutung der Ödlandskultur und -Besiedlung für die deutsche Landwirtschaft. Von Dr. **Franz Wiemers**, Münster (Westfalen). — Mitteilungen aus dem Agrikultur-Chemischen Institut der Universität Königsberg. Der Stalldünger, seine Aufbewahrung und Behandlung im Wirtschaftsbetriebe und sein Gehalt an wichtigen Pflanzennährstoffen unter heutigen Fütterungsverhältnissen. (Untersuchungen aus der Provinz Ostpreußen.) Von **W. Zielstorf** und **H. Zimmermann.** — Bemerkungen zu der Arbeit von Niklas, Scharrer und Strobel über Kohlensäuredüngung in Bd. 60, Heft 3 der „Landw. Jahrbücher", 1924. Von **Hugo Fischer**, Essen. — Arbeiten aus dem Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues der Universität Breslau. Skalweits „Agrarpolitik". Von Dr. **Richard Krzymowski** Professor an der Universität Breslau.

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Band CIII, Heft 3—4 erschien mit folgendem Inhalt: Verhandlungen der 45. (ordentlichen) Hauptversammlung des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche in Würzburg am 20. Septbr. 1924. — Zur Bedeutung der basisch austauschbaren Bodennährstoffe für die Pflanzen und über Einwirkung des Kalkes auf die absorbierenden Bodenkörper. (Mitt. d. Münchner Forschungsanstalt für Bodenkunde von Geh.-Rat. Prof. Dr. E. Ramann.) Von Privatdozent Dr. **A. v. Nostitz**. — Mitteilung der landw. Versuchs-Station Rostock i. M. Über die Beeinflussung der Rohfaserverdaulichkeit durch die Zusammensetzung der Futterration. Von **F. Honcamp, E. Kochs** (†), **E. Müller** und **W. Schramm.** — Berichtigung zu der Arbeit von F. Honcamp, E. Müller, F. Pommer und F. Soika: Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit von unentbitterten und entbitterten Lupinen usw. (Diese Zeitschrift Bd. 102, S. 261). — Erwiderung auf die vorstehenden Ausführungen der Gesellschaft für Lupinen-Industrie zu unserer Arbeit über „Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit von unentbitterten und entbitterten Lupinen . . .". Von **F. Honcamp.**

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Handbuch für Pferdezüchter

von

Georg Graf Lehndorff.

Siebente, neubearbeitete Auflage.

Herausgegeben von

Siegfried Graf Lehndorff.

Mit 2 Tafeln und 26 Textabbildungen.

Gebunden, Preis Rm. 15,—.

Für jeden passionierten Pferdefreund ein unentbehrliches Besitztum. Es verrät in jeder Zeile den genialen Schriftsteller, Sportfreund und viel erfahrenen Züchter und gilt als ein klassisches Werk der Pferdezuchtliteratur.

Die Kaninchenzucht.

Lehrbuch der Naturgeschichte, Rassenkunde, Haltung, Pflege, Fütterung, Zucht und Nutzung des Hauskaninchens.

Für Studierende und Züchter

von

Dr. **Franz Burkhardt,**
Privatdozent an der Landw. Hochschule in Berlin.

Mit 69 Textabbildungen.

Gebunden, Preis Rm. 6,—.

Eine zusammenfassende Darstellung über das gesamte Gebiet der Kaninchenzucht, die dem Studierenden und Tierzuchtbeamten die erforderlichen Kenntnisse vermittelt. Den vorwärts strebenden Züchter macht das Buch in Wort und Bild mit den Grundlagen neuzeitlicher Kaninchenzucht bekannt und trägt damit zur Förderung unserer aufstrebenden Kaninchenzucht bei.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Soeben erschienen:

Lehrbuch
der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere.

Bearbeitet von

Prof. Dr. **Dexler**-Prag. — Hofrat Prof. Dr. **Durig**-Wien. — Geh. Rat. Prof. Dr. **Ellenberger**-Dresden. — Prof. Dr. **Gmelin**-Tübingen. — Prof. Dr. **Grimmer**-Königsberg i. Pr. — Prof. Dr. **Kolmer**-Wien. — Prof. Dr. **Krummacher**-Münster. — Prof. Dr. **Mangold**-Berlin. — Prof. Dr. **Nörr**-Leipzig. — Prof. Dr. **Paechtner**-Hannover. — Prof. Dr. **v. Pflugk**-Dresden. — Prof. Dr. **Rievel**-Hannover. — Prof. Dr. **Scheunert**-Leipzig. — Prof. Dr. **Trautmann**-Leipzig. — Hofrat Prof. Dr. **Tschermak-Seysenegg**-Prag. — Prof. Dr. **Zietzschmann**-Hannover.

Herausgegeben von

W. Ellenberger, und **A. Scheunert,**

Dresden Leipzig.

Dritte, neubearbeitete Auflage.

In Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 25,—.

Dieses grundlegende Werk für die vergleichende Physiologie der Haussäugetiere ist in Fachkreisen wie bei den Studierenden vor allem der Tiermedizin und Landwirtschaft aufs beste eingeführt. Es vermittelt in knapper, klarer Darstellungsweise, unterstützt durch vorzügliche charakteristische Abbildungen, alles, was die vergleichende Veterinärphysiologie bis in die neueste Zeit erforscht hat.

Grundsätze und Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft.

Von Dr. **Th. Wölfer,**

Direktor der Höheren Lehranstalt für praktische Landwirte zu Schleswig.

Neunte, neubearbeitete Auflage.

Drei einzeln käufliche Bände. Großoktavformat. 1184 Seiten.

Gesamtpreis in Ganzleinen gebunden Rm. 20,—.

I. Das Feld. Mit 61 Textabbildungen. In Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 8,—.
II. Der Hof. Mit 7 Textabbildungen. In Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 5,50.
III. Der Betrieb. Mit 13 Textabbildungen. In Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 6,50.

Das Buch der Praxis! Eine Fülle von Erlebtem, Erarbeitetem, Gesammeltem! Praxis mit Wissenschaft und neuesten Forschungsergebnissen durchwirkt. An Klarheit und Schärfe der Darstellung, an Herausarbeitung des praktisch Wichtigen und Durchführbaren in gemeinverständlicher Sprache steht das Werk unerreicht da. Klar weist es der deutschen Landwirtschaft die Ziele, die es erreichen soll und muß, um der Grundstein zum Wiederaufbau der deutschen Land- und Volkswirtschaft zu sein.

Lehrbuch der Schweinezucht.

Körperbau, Schläge, Züchtung, Nutzung und Haltung des Schweines.

Von

Dr. **Fr. Dettweiler,** Geh. Ökonomie-Rat, Professor in Rostock, und **K. Müller,** Direktor der Versuchswirtschaft für Schweinehaltung in Ruhlsdorf, Kr. Teltow.

Mit einem Anhang:

Die Krankheiten des Schweines
unter besonderer Berücksichtigung der Seuchen.

Von Dr. **W. Pfeiler,** Professor in Jena.

Mit 381 Textabbildungen.

Lexikon-8°. 933 Seiten. In Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 24,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu 2 Beilagen der Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10/11.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111827843